Beiblatt zu den Botanischen Jahrbüchern.

Nr. 97.

Band XLII. Ausgegeben am 29. Dezember 1908. Heft 2 u. 3.

Beiträge zur Kenntnis der Portulacaceen und Basellaceen.

von

Erich Franz

Merseburg a. S.

Mit 43 Figuren im Text.

Einleitung.

Unter den Formenkreisen der Centrospermen haben von jeher einerseits die *Nyctaginaceae*, andererseits die *Portulacaceae* vor allem auf Grund der Ausbildung ihrer Blütenhüllen die Aufmerksamkeit der Morphologen erregt.

Vollkommen geklärt sind die Ansichten über die erstgenannte Familie, welche EICHLER[1]) treffend als »*Mirabilieae*« bezeichnet. Hier besteht über die Hochblattnatur der z. B. bei *Mirabilis Jalapa* vorhandenen äußersten Blütenhülle kein Zweifel mehr, wiewohl sie nach Funktion und Ausgestaltung derart einen Kelch ersetzt, daß ohne Berücksichtigung der Ausbildung des Blütenstandes, wie er z. B. bei *Oxybaphus* vorliegt, man — wenigstens bei äußerlicher Betrachtung — leicht zu der Annahme geneigt sein könnte, daß man es bei *Mirabilis* mit einem Kelch und einer echten Blumenkrone zu tun habe.

Somit ist der Anschluß der Nyctaginaceen an die Centrospermen ein natürlicher und ungezwungener, da das Normaldiagramm der Centrospermen, das, wie WALTER[2]) und LÜDERS[3]) gefunden haben, in der Vierkreisigkeit der Blüten besteht, hier klar zutage liegt. Insbesondere hat der Anschluß an die Reihe dieser Gruppen zu erfolgen, welche nach LÜDERS dadurch charakterisiert ist, daß sich jedes Karpellblatt in sich schließt.

Anders liegen die Verhältnisse bei den Portulacaceen. Bei ihnen sind die Anschauungen über den Blütenbau auch heute noch widersprechend.

---

1) EICHLER, Blütendiagramme II, p. 99.

2) WALTER, Die Diagramme der Phytolacaceen. Dissertation Halle 1906.

3) LÜDERS, Systematische Untersuchungen über die Caryophyllaceen mit einfachem Diagramm. Dissertation Halle 1907.

Was bei den Nyctaginaceen jetzt von jedermann als Hochblattinvolukrum unter der Blüte gedeutet wird, das wird bei den Portulacaceen auch von den gründlichsten und maßgebendsten Autoren heute noch als echter Kelch angesehen. Als Familiencharakter für die Portulacaceen gilt demnach, daß bei ihnen, ebenso wie bei den Papaveraceen, ein zweizähliger Kelch die Blüte einleitet, auf welchen dann — im ausgebildetsten Diagramm, das sich in der Familie findet — ein 5-zähliger Petalenkreis, zwei 5-zählige Staminalkreise und ein 5-zähliger Gynöcealkreis folgt.

Nach dieser Anschauung würde der Blütenbau der Portulacaceen 5-kreisig sein und sich somit wesentlich von dem Normaldiagramm der Centrospermen unterscheiden.

Formen mit 5-kreisigen Blüten sind nun zwar innerhalb der Centrospermenreihe keineswegs selten — speziell die *Alsinoideae* und *Silenoideae* unter den Caryophyllaceen stellen die bekanntesten Beispiele für 5-kreisige Centrospermenblüten dar —, indessen hat Lüders [1]) gezeigt, daß die 5-Kreisigkeit dieser Blüten in der Weise ihre Erklärung findet, daß die alternitepalen Staubgefäße serial dédoublieren und die äußeren Dédoublementshälften zu Petalen auswachsen.

Es war nun eine nicht uninteressante Frage, auf welche Weise die 5-kreisigen Portulacaceen-Blüten z. B. von *Calandrinia Menziesii* Torr. und Gray und *Talinum patens* W. zustande kommen, ob etwa dadurch, daß der Kelch in Wirklichkeit nur ein Hochblattinvolukrum ist und daß auf dieses dann das typische 4-kreisige Centrospermendiagramm folgt, oder ob hier gleichfalls von Dédoublement abzuleitende Heterochlamydie vorliegt.

Diese Frage und andere, die von ihrer Beantwortung abhängen und welche sich insbesondere darauf beziehen, welche Portulacaceen als ursprünglich, welche als abgeleitet zu betrachten sind, wurden mir von Herrn Prof. Dr. Mez gestellt.

Ihre Beantwortung erforderte eine vollständige morphologische und anatomische Durcharbeitung der gesamten Gattungen der Portulacaceen. Das Material dazu wurde mir von den Verwaltungen deutscher Museen sowie des Wiener Hofmuseums und des Leydener Rijks-Museums in dankenswertester Weise zur Verfügung gestellt.

Meine Arbeit gliedert sich naturgemäß in der Weise, daß ich zunächst die Morphologie, dann die Anatomie der Portulacaceen darstellen und darauf als Folgerung meine Ansichten über Umgrenzung und Einteilung der Familie darlegen werde.

---

1) Lüders l. c.

I. Die Diagramme der Portulacaceen.

1. Blütenanschluß, Hochblätter, Blütenstände.

Wie bereits erwähnt, ist für die Portulacaceen in ihrer großen Mehrzahl ein zweizähliger »Kelch« charakteristisch. Hiermit stehen sie im Reiche der Dikotylen merkwürdig isoliert da. Ähnliche Verhältnisse, daß auf zweizähligen Kelcheinsatz höhere Zahlen der Petalenkreise folgen, kommen unter den Dikotylen hauptsächlich bei sämtlichen Papaveraceen[1]) sowie einigen Anonaceen vor. Bei den Portulacaceen ist indessen die wahre Kelchnatur dieses fraglichen Blattkreises bereits verschiedentlich angezweifelt worden. Doch ehe ich auf diese theoretischen Erörterungen eingehe, sei zunächst empirisch Stellung und Ausbildung dieses Blattkreises innerhalb der Familie dargestellt.

Den Anschluß nach außen findet der zweizählige sogen. Kelchkreis der Portulacaceen stets an zwei transversal gestellte Vorblätter. Auch dort, wo diese Vorblätter, insbesondere in den höheren Regionen der Blütenstände, nicht mehr direkt nachweisbar sind, müssen sie ohne allen Zweifel[2]) ergänzt werden.

Mit diesen Vorblättern wechseln die sogen. Kelchblätter ab, stehen also streng serial und zwar in der Weise, daß das vordere nach dem Tragblatt zu gerichtete und von der Achse abgewendete Blatt mit beiden Rändern deckt, das hintere gedeckt wird.

Mit Recht hat Eichler[3]) die falsche Beobachtung Payers[4]), welcher den Kelch umgekehrt orientiert, zurückgewiesen. Ebenso ist Almquist[5]), der für *Montia* die Orientierung des Kelches umgekehrt angibt, im Irrtum. Auch bei *Montia* ist der Kelch wie bei allen übrigen Portulacaceen orientiert, also das deckende Blatt stets nach vorn.

Die plastische Ausbildung der sogen. Kelchblätter entspricht im allgemeinen der der Laubblätter. Sie sind daher gewöhnlich derb-fleischig und stark chlorophyllhaltig (*Portulaca oleracea* L., *Calandrinia procumbens* Moris. und viele andere). Seltener sind sie trockenhäutig und durch-

1) Nach der Auffassung von Mez kann die Blumenkrone der Papaveraceen nicht als aus zwei Kreisen gebildet angesehen werden, da sonst der klar vorhandene diagrammatische Zusammenhang der Papaveraceen mit den im Petalenkranz zweifellos einkreisigen Capparidaceen und Cruciferen verloren gehen würde. Auch der Kelch der Cruciferen ist selbstverständlich als einkreisig anzusehen. Ohne diese Annahme würde die Verwandtschaft der Rhoeadales mit den Resedaceen nach Mez sich nicht im Diagramm ausdrücken.

2) Eichler, Blütendiagramme II. p. 128.

3) Eichler, Blütendiagramme II. p. 125, Anmerkung.

4) Payer, Traité d'organogénie comparée de la fleur, p. 325.

5) Almquist, Über das Blütendiagramm von *Montia*, in: Botanisches Zentralblatt 1885, p. 91—95.

scheinend (*Portulaca quadrifida* L., *Calandrinia grandiflora* Lindl., *Silvaea* u. a.). Zuweilen, so bei *Lewisia*, sind sie pergamentartig. Die Behaarung der Blatt- und Stengelorgane greift, wo sie vorhanden, meist gleichfalls auf den Kelch über und ist oft sogar hier am stärksten entwickelt (*Wangerinia minima* Franz, *Calandriniopsis montana* Franz).

Zwei Variationen dieser normalen Art der Kelchausbildung sind zunächst an dieser Stelle zu behandeln. Sie stellen einerseits eine mehr tepaloide, andererseits eine Modifikation der laubblattartigen Ausbildung des Typus dar.

Bei einer Gruppe von *Calandrinia* (*C. procumbens* Moris., *C. compressa* Schrad.) finden wir, daß von einer Deckung der Kelchblätter nicht die Rede ist, sondern daß diese teils nur an der Basis, teils bis zur halben Höhe tütenartig mit einander verwachsen sind. Diese Ausbildung ist für alle diejenigen, welche die Hochblattnatur des äußersten Kreises der Portulacaceenblüte bezweifeln, eine willkommene Stütze ihrer Annahme, doch findet sich auch eine ganz gegenteilige Ausbildung des Kelches innerhalb der Familie.

Bei den Gattungen *Calyptridium* und *Spraguea* finden wir nämlich, daß die in Frage stehenden Blattorgane sich überhaupt nicht decken, sondern in gewissermaßen valvater Knospenlage flach aufeinander gepreßt sind. An dem dichtgedrängten Wickelblütenstand stehen die äußeren während der Blütezeit wie die Schuppen am Tannenzapfen schräg ab. Dabei ist die Größendifferenz zwischen den beiden petaloid entwickelten Blattorganen eine so bedeutende, daß das vordere das hintere um das drei- bis vierfache übertrifft und viel mehr dem Gesamtblütenstand als der Einzelblüte zuzugehören scheint.

Lassen hier schon Besonderheiten in der plastischen Ausbildung des in Frage stehenden Blattkreises Zweifel an seiner Kelchnatur berechtigt erscheinen, so sollen im folgenden aus Stellungs- und Zahlenverhältnissen Gründe hergeleitet werden, die seine Hochblattnatur meines Erachtens unzweideutig erweisen.

Wie bei den Nyctaginaceen ist allerdings auch hier die Frage nur unter Berücksichtigung der Blütenstände zu diskutieren. Ich muß daher eine kurze Erörterung der Blütenstandsverhältnisse, soweit sie hierbei in Frage kommen, vorausschicken.

Für die gesamte Familie der Portulacaceen ist die Grundlage des Blütenstandes das Dichasium, doch erfährt dies im Einzelfalle die mannigfachsten Variationen, wovon die gewöhnlichsten Wickel- oder seltener Schraubelausgang des Dichasiums sind. Sehr bezeichnend ist hierfür der Blütenstand in der Gattung *Portulaca*, der, wie später zu zeigen, ursprünglichsten Gattung der Familie. Hier gibt, speziell für *P. oleracea* L., Wydler[1]

---

1) Wydler in Flora 1851, p. 347.

Schraubelbildung, EICHLER[1]) dagegen Wickel an. Im Grunde genommen haben beide Autoren recht. Auf Grund sehr umfangreicher Untersuchungen konnte ich nämlich feststellen, daß das Dichasium sowohl zu Schraubeln wie zu Wickeln übergehen kann und zwar nicht selten sogar innerhalb desselben Blütenstandes. Vorwiegend fand ich allerdings auch hier Wickelbildung.

Besondere Berücksichtigung erfordert der Blütenstand von *Claytonia perfoliata* Don, welcher, wie nachher gezeigt werden soll, äußerst wichtige Stützen für die Hochblatttheorie bietet.

Ich möchte die Erörterung der bei *C. perfoliata* Don vorliegenden Blütenstandsverhältnisse mit der Beschreibung der bei *C. sibirica* L. vorkommenden beginnen, welche wesentlich klarer sind. Hier schließen die blühenden Achsen mit einer Terminalblüte ab, die in den Achseln ihrer mächtig entwickelten Vorblätter je eine Wickel trägt. Die Inflorescenz stellt somit eine Doppelwickel dar. Die Blüten sind dabei in ziemlich gleichen Abständen von einander angeordnet, die Tragblätter der einzelnen Sympodialauszweigungen sind aufs beste erhalten. Die Antidromie der Blüten, die, da der nach $^1/_2$ deckende Kelchkreis sie nicht zeigt, aus den Deckungsverhältnissen der Blütenblätter erschlossen werden muß, läßt über die Deutung der Inflorescenz keinerlei Zweifel.

Wesentlich komplizierter liegen die Verhältnisse bei *C. perfoliata* Don. Über Aufbau der ganzen Pflanze und speziell über die Inflorescenz hat WYDLER[2]) sehr genaue Aufnahmen veröffentlicht, welche ich — abgesehen von der Deutung des Kelches — in jedem Punkte bestätigen kann. Hier sei folgendes hervorgehoben: Die schon bei *C. sibirica* L. erwähnten und auch dort stark entwickelten Vorblätter der ersten Terminalblüte, also die Träger der beiden Wickelauszweigungen, sind hier kragenartig verwachsen und bergen so die jungen Blütenanlagen wie in einem Trichter. Erst zur eigentlichen Blütezeit wächst die Inflorescenz schnell aus dieser Schutzhülle heraus. Hierbei werden zwei weitere Blattorgane sichtbar, die an der Basis der Doppelwickelzweige im Grunde der Tüte verborgen waren. Scheinbar stehen sie gerade über den tütenförmig verwachsenen Vorblättern, eine genauere Untersuchung aber zeigt, daß sie eine deutliche Verschiebung nach der Seite hin aufweisen. Diese Blattorgane hat WYDLER[3]) bereits als Vorblätter höherer Ordnung gedeutet, und ich kann ihm darin nur beistimmen. Sie gehören je eins zu den jeweils untersten Blüten der Doppelwickelzweige und stellen das geförderte Vorblatt dieser Achse dar, während, durchaus der Theorie der Wickel entsprechend, das zugehörige geminderte Vorblatt abortiert ist.

1) EICHLER, Blütendiagramme II. p. 128.

2) WYDLER in Pringsheims Jahrbüchern 1878, p. 329—330.

3) WYDLER l. c. p. 330.

Nicht selten kommt es vor, daß statt der dichasialen Auszweigungen aus den tütenförmig verwachsenen Vorblättern nur eine einzige Wickelinflorescenz dort ihren Ursprung nimmt. Dann fehlt entsprechend der Theorie des Blütenstands gewöhnlich auch das zweite der beiden Vorblätter höherer Ordnung. In einigen wenigen Fällen konnte ich aber auch hier die Anwesenheit von zwei Vorblättchen feststellen. Hier haben wir es zweifellos mit einer abweichenden, abnormen Blütenstandsbildung zu tun, auf die obige Erklärung nicht mehr zutrifft. Die Anwesenheit beider Vorblättchen nötigt hier zu der Annahme, daß die Hauptachse selbst über dem

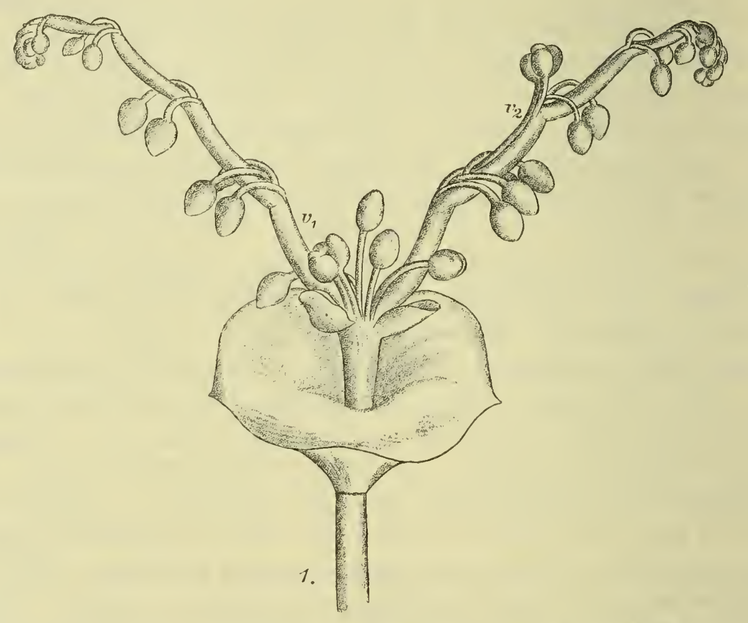


Fig. 1. Blütenstand von *Claytonia perfoliata* Don. Bei v_1 Verwachsung zweier Blüten. Bei v_2 Heraufwachsen einer Blüte in das nächste Büschel.

verwachsenen ersten Vorblattpaar zur Bildung des Sympodiums schreitet, und daß wir dementsprechend hier einen Ausfall der beiden primären Seitenwickel zu konstatieren haben. Ich mußte auch diesen Spezialfall hier erwähnen, da ich gerade an einem derart entwickelten Exemplar eine für den Kelchansatz wichtige Beobachtung machen konnte, deren Erörterung später hier anknüpfen soll. Zunächst fahre ich in der Erörterung der Blütenstandsverhältnisse fort.

Schwächere Exemplare von *C. perfoliata* Don zeigen nicht selten ganz ähnliche Verhältnisse wie *C. sibirica* L., mit dem einzigen Unterschied, daß in den höheren Regionen des Blütenstandes die Vorblätter hier gänzlich abortieren. Stärkere Exemplare der gleichen Spezies aber weisen an Stelle der Einzelblüten von *C. sibirica* L. das sonderbare Auftreten

ganzer Blütenbüschel auf, die einer Erklärung große Schwierigkeiten entgegensetzen.

Unsere Figur 1 zeigt die Verhältnisse etwas schematisiert. Auf den ersten Blick erhält man den Eindruck, als ob an Stelle der Einzelblüten von *C. sibirica* L. verzweigte Partialinflorescenzen getreten wären. Wie die relative Hauptachse des Systems von einem Blütenbüschel geschlossen wird, so stehen an den Knickungen der Wickelachse Büschel zweizeilig angeordneter Blüten, welche, wie auch Wydler[1]) betont, von längeren Inflorescenzinternodien getrennt sind.

Hier stehen wir vor einer doppelten Frage. Einmal: welche Anordnung zeigen die Blüten in dem einzelnen Büschel, und dann: in welchem Verhältnis stehen die einzelnen Büschel zur Gesamtinflorescenz.

Sind diese Blütenbüschel Auszweigungen der jeweiligen Endblüten, so würden wir zwei denkbare Fälle für die Anordnung der Einzelblüten haben: Einmal ein Hervorkommen aus vermehrtem, auseinander gezogenem Protagma, d. h. sehr verkürzte »Trauben mit Endblüten«, oder aber Sympodien höherer Ordnung, welche an Stelle von Sympodialgliedern niederer Ordnung treten.

Im ersten Falle müßten die gesamten Blüten eines Blütenbüschels bis auf die Endblüte homodrom sein, im letzteren Falle müßten sämtliche Blüten jeweils aufeinander folgend Antidromie aufweisen.

Die Untersuchung bewies zunächst, daß die Antidromie der aufeinander folgenden Glieder der Blütenbüschel tatsächlich vorhanden ist, so daß damit die Sympodialnatur, und zwar insbesondere die Wickelnatur dieser Büschel, festgestellt ist.

Damit taucht nun das zweite Problem auf: haben wir es bei diesen Wickelanordnung zeigenden Blütenbüscheln wirklich mit Auszweigungen der primären Wickel zu tun, oder handelt es sich um Teile der primären Wickel selbst, die nur stellenweise auseinander gezogen ist?

Die Frage könnte nur mit Hilfe von Tragblättern in den Blütenbüscheln entschieden werden, solche sind aber leider nicht vorhanden. Für die Auffassung der Blütenbüschel als sekundäre Wickel spricht das Verhalten bei *C. sibirica* L. sowie die Tatsache, daß andernfalls bei *C. perfoliata* Don eine Wickelbildung vorläge, wie sie sonst im Pflanzenreich ganz ungewöhnlich ist[2]). Es müßte nämlich angenommen werden, daß die verschiedenen Sympodialglieder in ziemlich regelmäßiger Folge sich in ihrem Wachstum derart verschieden verhalten, daß erst mehrere ganz kurz bleiben, worauf eins eine sehr bedeutende Länge erreicht, um darauf wieder von mehreren ganz kurzen, dann wieder einem langen Sympodialglied usw. fortgesetzt zu werden.

---

1) Wydler l. c. p. 330.

2) Ähnliche Verhältnisse finden sich nach Wydler (Pringsheims Jahrb. 1878, p. 330) auch bei *Alchemilla* und *Asperugo*.

Trotzdem bin ich gezwungen, die Verhältnisse bei *C. perfoliata* Don so zu erklären und in den Büscheln nur Teilstücke der primären Wickel zu sehen.

Es kommen nämlich außerordentlich häufig deutlich erkennbare Anwachsungen der Blütenstandsachsen bzw. Blütenstiele an einander vor, derart, daß im gewöhnlichsten Falle die letzte Blüte eines Büschels ein Stück an dem gestreckten Internodium emporwächst oder vollkommen mit bis in das nächste Blütenbüschel gehoben wird (vgl. Fig. 1 bei v_2). Dies ist nur dadurch zu erklären, daß diese der rasch fortwachsenden Achse anwachsenden Blüten tatsächlich auch direkt an ihr entstehen. Sie können keine höheren Auszweigungen eines seitenständigen Sympodiums sein, sondern müssen neben einander entstehende Achsen des gleichen Sympodiums darstellen.

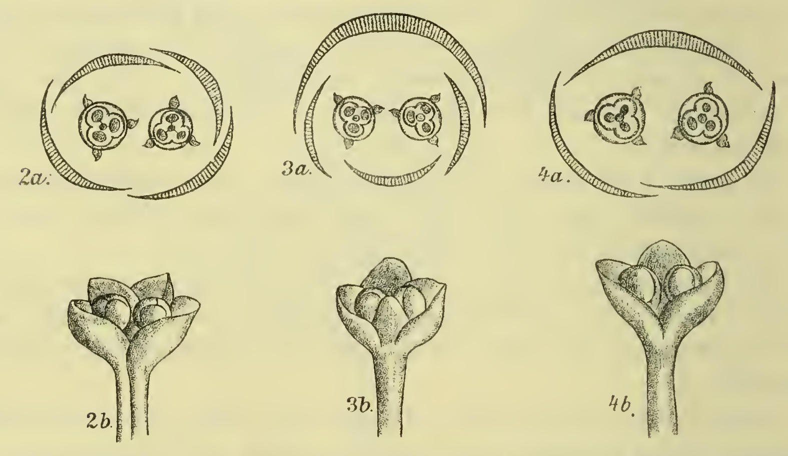


Fig. 2—4. Blütenpaare in gemeinsamem Hochblattinvolukrum (Kelch) von *Claytonia perfoliata* Don. — Fig. 2*a*—4*a* in diagrammatischer Darstellung. Fig. 2*b*—4*b* dasselbe in seitlicher Ansicht. (Von den Blüten ist nur der Fruchtknoten gezeichnet.)

Diese Vorkommnisse leiten uns über zu Erscheinungen, die einen tieferen Einblick in das Wesen des fraglichen Kelchkreises gestatten.

Es ist nämlich besonders häufig, daß sich eine derartig heraufgewachsene Achse mit einer anderen nebenstehenden vereinigt und eine scheinbar einfache Blüte am Ende hervorbringt (Fig. 1 bei v_1 und v_2).

Derartig abnorme Blüten sind an allen Exemplaren der von mir lebend untersuchten *C. perfoliata* Don vorhanden gewesen. Sie haben in reicher Auswahl die Fälle ergeben, daß 4 Kelchblätter und 2 Blüten oder auch, daß 3 Kelchblätter und 2 Blüten an der Spitze vorhanden waren. Die charakteristischsten davon sind in Fig. 2—4 dargestellt.

Der erste Fall, 4 Kelchblätter und 2 Blüten, würde an sich nichts Abnormes haben, wenn die Kelchblätter in normaler Lage stünden, d. h. jeweils die Kelchblätter derselben Blüte die zugehörigen Blumenblätter und

Genitalorgane umfaßt hätten. Dies war aber meistens nicht der Fall, sondern die 4 Kelchblätter bildeten einen Kreis für sich und in dessen Innerm standen zwei jeweils aus 5 Tepalen und den zugehörigen Genitalorganen gebildete kelchblattlose Blüten. Abgesehen von der 4-Zähligkeit dieses 2 Blüten umfassenden Kelches waren die Verhältnisse aufs genaueste identisch mit denen, welche von *Oxybaphus* bekannt sind[1]).

Bei den Blütenpaaren, welche innerhalb eines 3zähligen Kelch- bzw. Hochblattkranzes standen (Fig. 4), war die Übereinstimmung mit *Oxybaphus* auch insofern noch vollkommen, als man, wenigstens in den allermeisten Fällen, nicht den Eindruck hatte, daß man es hier nur mit einem infolge nachträglicher Verwachsung zustande gekommenen Blütenkomplex zu tun hatte. Vielfach hatte das Gebilde ganz den Anschein, als ob es bereits in der Knospe in dieser kombinierten Form angelegt sei.

Hier scheint mir ein gewichtiger Grund gegen die Kelchnatur des betreffenden Blattkreises zu liegen. Es würde zwar an sich nichts absolut Unmögliches sein, daß auch aus den Achseln echter Kelchblattblätter in teratologischen Fällen Seitenachsen mit Blüten hervorsprießen, allein dann würden diese Blütentriebe selbstverständlich wieder ihre zweizähligen Kelche haben müssen, was nicht zutrifft.

Noch ein weiteres Vorkommnis spricht für die Deutung des Kelches der *Claytonia perfoliata* Don als Hochblattinvolukrum. Zu dieser Erörterung muß ich auf die obige Darstellung der Blütenstandsverhältnisse zurückgreifen. Ich knüpfe an an die Stelle, wo von den im Grunde der tütenartig verwachsenen Vorblätter verborgenen Vorblättchen höherer Ordnung die Rede war (vgl. p. 5). Die hier zu besprechende spezielle Beobachtung machte ich an einem auch oben schon beschriebenen Exemplar, das statt der Doppelwickel nur eine Wickelinflorescenz, trotzdem aber an deren Grunde 2 Vorblättchen aufwies. Die Erklärung dieses Vorkommens ist oben gegeben. Hier haben wir eine weitere für die Beurteilung des sog. Kelches der Portulacaceen wichtige Abnormität zu beachten. Ein derartiges Vorblatt, das, wie dies normal, an der Basis der zugehörigen Blüte entsprang, war an dem Blütenstiel in die Höhe gewachsen und bildete das eine deckende sogen. Kelchblatt der betreffenden Blüte, dem nur noch das zweite gedeckte Kelchblatt gegenüberstand (Fig. 5 *a* u. *b*).

Wenn in so typischer Weise der sogen. Kelchkreis wenigstens teilweise durch ein typisches Vorblatt gebildet werden kann, so scheint mir der Schluß gerechtfertigt, daß der ganze Kelchkreis nicht als direkt zu den Blütenwirteln gehörig, sondern nur als ein Hochblattinvolukrum anzusehen ist.

Mit diesen Ausführungen nähere ich mich den Untersuchungen, welche ALMQUIST[2]) über *Montia* veröffentlicht hat. Ich verwahre mich zwar gleich

1) EICHLER, Blütendiagramme p. 99.

2) ALMQUIST in: Botanisches Zentralblatt 1885, p. 91—95.

hier dagegen, die Ansichten dieses Autors bezüglich der Blumenkrone von *Montia* annehmen zu können, aber bezüglich des sog. Kelches hat Almquist richtig gezeigt, daß die Kelchblätter von *Montia* nicht ihr Homologon bei den Kelchblättern der übrigen Caryophyllaceen, sondern bei den Laubblättern von *Montia* finden.

Bei *Montia* wird nämlich die für *Claytonia* typische Doppelwickel in der Weise modifiziert, daß an Stelle des einen Doppelwickelzweiges ein mit einem dekussierten Laubblattpaar beginnender Laubblatttrieb tritt, und die Ausführung Almquists, daß die Blätter dieses Triebes in ihrer ganzen Anordnung den sog. Kelchblättern der Blüten entsprechen, ist nicht von der Hand zu weisen. So müssen wir auch von diesem Gesichtspunkte aus zu dem Schlusse kommen, daß die Kelchblätter der Portulacaceen nichts anderes als ein Hochblattinvolukrum darstellen.

Eine weitere Bestätigung dieser Annahme gibt uns die oft sehr weitgehende Vermehrung in der Zahl der sog. Kelchblätter.

Eine Vermehrung des zweizähligen Kelchkreises kommt als Abnormität

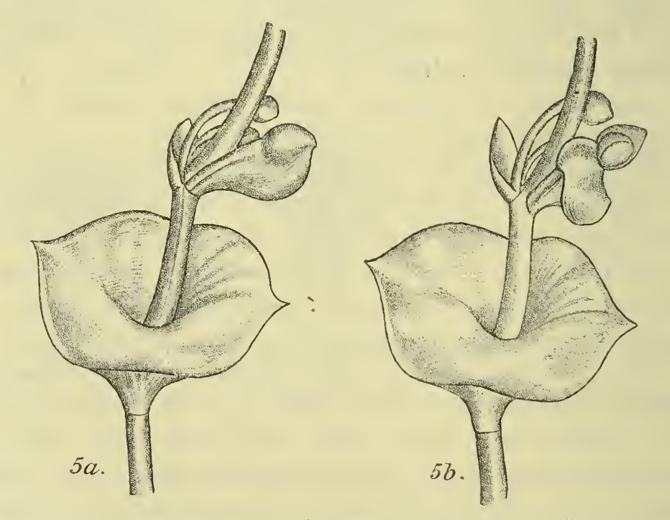


Fig. 5. Teil eines Blütenstandes von *Claytonia perfoliata* Don mit einem ein sog. Kelchblatt ersetzenden heraufgewachsenen Vorblatt. Fig. 5*a*: Das Vorblatt in natürlicher Lage, Fig. 5*b*: Das Vorblatt zurückgeschlagen.

nicht selten bei *Portulaca oleracea* L. und *Claytonia perfoliata* Don vor. Die Anordnung der anomal vermehrten Kelchblätter bei *Portulaca oleracea* L. ist die, daß die Stellung nach 1/2, bzw. die seriale Anordnung der Blattorgane streng beibehalten wird (Fig. 7). Bei *Claytonia* dagegen finden wir, daß für den Fall der Vermehrung der Kelchblätter an Stelle eines 2-zähligen ein 3-zähliger Blattkreis tritt (Fig. 6).

Der letztbezeichnete Fall von *Claytonia perfoliata* Don ist nichts anderes als das, was bei der Gattung *Talinopsis* die Regel ist: Hier wird

jede Blüte von einem 3-zähligen Blattkreis eingeleitet, dessen unpaares Glied von der Achse wegfällt.

Eine weitere Vermehrung im Hochblatt-(Kelch-)Kreis, die mit unserer Theorie gut übereinstimmt, finden wir bei einer Spezies, die bisher als *Calandrinia minima* Bert. bezeichnet wird. Eine nähere Untersuchung zeigte zunächst, daß die betreffende Spezies mit der Gattung *Calandrinia* absolut nichts zu tun habe, vielmehr den Gattungen *Claytonia* und *Montia* relativ nahesteht. Da sie indessen auch von diesen Gattungen sowohl im Diagramm, wie im Aufbau der vegetativen Organe noch in wesentlichen Punkten abweicht, bin ich gezwungen, sie als neue Gattung *Wangerinia*[1]) einzuführen mit ihrer einzigen Spezies *W. minima* Franz.

Wie der Speziesname der Pflanze — *minima* — bereits andeutet, haben wir es hier mit einer kaum 2 cm hohen, habituell ganz außerordentlich reduzierten Art zu tun, bei welcher auch die Inflorescenzausbildung auf einer sehr niedrigen Stufe stehen geblieben ist. Für gewöhnlich wird die ganze Inflorescenz aus 3-blütigen, gipfelständigen Dichasien gebildet, in welchen die beiden Seitenblüten (die den Doppelwickeln der

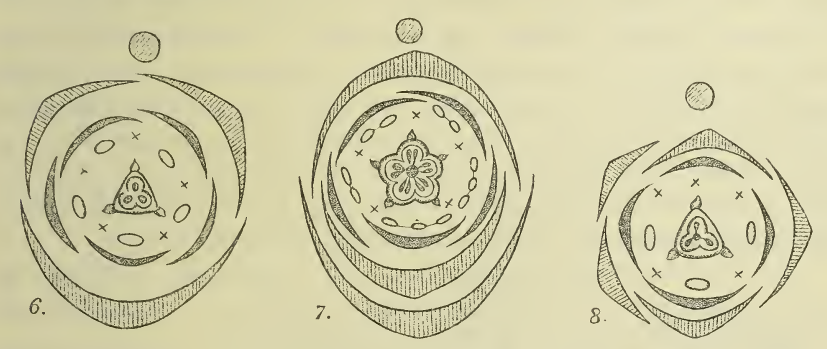


Fig. 6—8. Diagramme mit Vermehrung im Hochblattinvolukrum. — Fig. 6. *Claytonia perfoliata* Don; Fig. 7: *Portulaca oleracea* L.; Fig. 8: *Wangerinia minima* Franz.

Claytonia-Arten entsprechen) nach dem allgemeinen Schema der 2zähligen Hochblatt-(Kelch-)Konstruktion der Portulacaceen gebildet sind. Die Endblüte dagegen weist kein zweizähliges Hochblattinvolukrum auf, sondern ein solches, das aus einer variablen Zahl von scheinbar spiralig gestellten Blättchen gebildet wird (Fig. 8). Hier einen 5- oder mehrzähligen Kelch

1) *Wangerinia* Franz n. gen. Tepala 4, membranacea, ovata, hypogyna. Stamina 3, tepalis opposita et iis ima basi adhaerentia; pollinis granulis 3-sulcatis. Ovarium liberum ovoideum basi angustatum, 1-loculare, 3-ovulatum ovulis micropyle extera praeditis. Stylus apice 3-fidus. Capsula ovoidea membranacea 3-valvis, seminibus a latere compressis, orbiculato-reniformibus. — Herba nana, caespitosa. Folia spathulata, caulina opposita. Flores in capitula dichotoma ramosa dispositi, breviter pedicellati, terminales anaphyllis, quae a prioribus pro calyce habentur, compluribus spiraliter, laterales anaphyllis binis oppositis suffulti. — Species unica Chilensis: *Wangerinia minima* (Bertero sub *Calandrinia*) Franz.

konstruieren zu wollen, wäre vollständig unmöglich. Die Hochblatt- (Involukralblatt-)natur des äußersten Kranzes von Blattorganen um die Blüte herum ist nicht zu verkennen.

Viel komplizierter liegen die Verhältnisse bei der so merkwürdigen Gattung *Lewisia*. Hier ist die Ausbildung der äußeren Blütenhülle als Kelch eine scheinbar so zweifellose, daß dies, da die Zugehörigkeit der Gattung *Lewisia* zu den Portulacaceen außer Frage steht, den wichtigsten Grund gegen die Auffassung der äußeren Blütenhülle auch der übrigen Portulacaceen als Hochblattinvolukrum zu bilden scheint. Von vorn herein ist hier zu betonen, daß *Lewisia* innerhalb der Familie eine derart fortgebildete morphologische Stellung einnimmt, daß aus den komplizierten Verhältnissen ihrer Blütenbildung heraus kein sicheres Urteil bezüglich der Normalverhältnisse der Portulacaceenblüte gewonnen werden kann. Außerdem aber gelingt es, besonders mit Rücksicht auf die bei *Wangerinia minima* Franz vorliegenden Verhältnisse, auch in diesem komplizierten Falle noch, die Hochblattnatur der äußeren Blütenhülle zu erkennen.

Diese Untersuchung macht eine Berücksichtigung des Aufbaues der ganzen Pflanze nötig. Aus einer Rosette von Grundblättern erheben sich sehr kurze, einblütige Schäfte. An der Spitze der Schäfte steht ein Kreis von in ihrer Zahl bei den einzelnen Spezies schwankenden (3—8) lanzettlichen feinen Blättchen. Über diesen und durch ein nur wenige Millimeter langes Stengel-(Achsen-)stück von ihnen getrennt, stehen erst die dem sog. Kelch der übrigen Portulacaceen entsprechenden Blattorgane, 6—8 an der Zahl, in spiraliger Anordnung. Sie zeigen derb pergamentartige Konsistenz und ziemlich bedeutende, etwas schwankende Größenverhältnisse.

Auf diese Kelchblattanordnung folgt eine vielgliedrige, gleichfalls anscheinend spiralig angeordnete Blumenkrone, darauf viele Staubgefäße und ein aus mehreren Karpellen gebildeter Fruchtknoten.

Über die inneren Teile dieser Blüte wird weiter unten zu handeln sein. Zunächst muß hier die Dignität der beiden äußeren Blattanhäufungen diskutiert werden.

Man kann die Blüte von *Lewisia* mit ihrem Stiel von zwei verschiedenen Gesichtspunkten auffassen: entweder als Einzelblüte oder als verarmten Blütenstand. Je nach der Stellungnahme in diesem Falle müssen die Ansichten über die äußeren Blattanhäufungen verschieden sein. Für die Ansicht, daß die Blüte von *Lewisia* eine endständige Einzelblüte darstelle, als welche Pax[1]) sie ansieht, spricht nur der äußere Anschein. Betrachtet man den Stiel dieser Blüte genau, so findet man, daß er direkt über dem äußeren unteren Blattkranz gegliedert und auch die Anatomie der Stengelteile unterhalb und oberhalb der Gliederung eine verschiedene ist. Unterhalb der Einschnürung fehlen alle typischen Festigungselemente

1) Pax in Engler u. Prantl: Die Natürl. Pflanzenfamilien III. 1 p. 60.

im Stengel, während oberhalb derselben der gerade für die Blütenschäfte in dieser Gruppe äußerst charakteristische Festigungsring vorhanden ist[1]).

Dies Verhalten ist zweifellos ein sehr merkwürdiges und soll bei Besprechung der Anatomie noch weiter gewürdigt werden. Für die Behandlung unserer morphologischen Frage genügt die Feststellung der völligen anatomischen Verschiedenheit beider Stengelteile.

Sie zusammen mit der Gliederung des Stengels, an welcher später die Blüte bzw. Frucht normal abfällt, beweist unzweifelhaft, daß hier bei *Lewisia* nicht eine endständige Einzelblüte, sondern ein reduzierter Blütenstand vorliegt. Demnach kann der äußerste Hochblattkranz, da er unterhalb der Gliederung inseriert ist, mit der Blüte direkt nichts zu tun haben; er wird zusammengesetzt aus den Tragblättern abortierter Seitenblüten. Auch Bentham-Hooker[2]) bezeichnet diese Blättchen als Brakteen.

Nunmehr steht der Auffassung des zweiten die Blüte direkt umschließenden Blattkranzes als Hochblattinvolukrum kein Hindernis im Wege, da auch die größere Zahl dieser Blattorgane bei *Claytonia* und *Wangerinia* ihr Analogon gefunden hat.

Eine besondere Beleuchtung erfährt die Ausbildung der Blütenhülle von *Lewisia* durch die bei der auch sonst nahe verwandten Gattung *Grahamia* vorliegenden Verhältnisse. Bei *Grahamia* wird die Blüte, wie bei den meisten übrigen Portulacaceen, durch zwei sich gegenüberstehende, hier trockenhäutige Blätter umschlossen, den sog. Kelch. An diesen schließen sich aber eine große Anzahl gleichfalls trockenhäutiger Hochblätter in spiraliger Anordnung und dachziegelartiger Deckung an. Dies sind, abgesehen von der Konsistenz der Hochblattorgane, im Grunde genommen genau dieselben Verhältnisse, wie sie bei *Lewisia* vorliegen. Auch dort stehen die beiden letzten Blätter der Hochblattspirale sich direkt gegenüber, nur ist bei der terminalen Stellung der Blüte nicht mehr möglich, ihre Orientierung zur Hauptachse anzugeben und insbesondere, zu sagen, ob sie serial oder transversal gestellt sind. Daß sie sich genau so gegenüberstehen, wie dies bei den sog. Kelchblättern der übrigen Portulacaceen der Fall ist, geht aus Fig. 9 klar hervor; ich sehe dementsprechend die Blütenhülle von *Lewisia* und den Hochblattkranz nebst sog. Kelch von *Grahamia* als die gleichen Organe an und betone, daß sich diese nicht durch wesentliche Merkmale, sondern nur durch die Art ihrer Ausbildung unterscheiden.

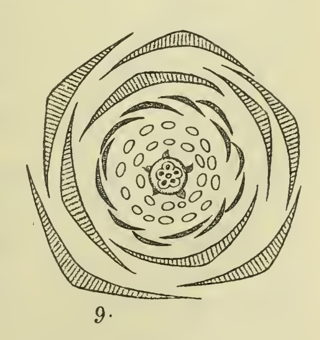


Fig. 9. Diagramm von *Lewisia rediviva* Pursh.

1) Becker, Zur vergleichenden Anatomie der Portulacaceen. Dissertation Erlangen 1895, p. 30.

2) Bentham u. Hooker, Gen. Plant. I. 1 p. 157.

Somit komme ich, ausgehend von den Verhältnissen bei *Claytonia perfoliata* Don, zu dem Schlusse, daß bei allen Portulacaceen der sog. Kelch als Hochblattinvolukrum zu deuten ist.

Mit dieser Erklärung trete ich in Gegensatz zu der Auffassung, welche insbesondere Payer und Eichler in dieser Frage geäußert haben und schließe mich den Ansichten von Clos, Pax und Almquist an, wobei ich aber betone, daß ich meine Anschauung nicht nur mit allgemeinen Erwägungen über die Anschlußverhältnisse des fraglichen Organs begründe, wie dies die zitierten Autoren tun, sondern daß mir die beschriebenen Blütenstände und Blüten insbesondere von *Claytonia perfoliata* Don einen exakten Nachweis zu enthalten scheinen.

2. Blütendiagramme.

Nachdem auf diese Weise der Weg für die Erklärung des Portulacaceen-Diagrammes, speziell für seinen Anschluß an die übrigen Centrospermen-Diagramme, frei geworden ist, sei die mannigfaltige Ausbildung des Diagrammes innerhalb der Familie zunächst hier dargestellt.

a. Das Normaldiagramm.

Das 4-kreisige Normaldiagramm der Centrospermen, gebildet aus Perianth, 2 abwechselnden Staminalkreisen und einem Gynöcealkreis, ist in reiner Form nur äußerst selten erhalten. Am klarsten liegt es noch bei den auch von Payer[1]) entwicklungsgeschichtlich studierten Spezies *Talinum patens* W. und *Calandrinia Menziesii* Torr. et Gray, sowie bei *C. arenaria* Cham. zutage, welche an Stelle der ursprünglichen, die Verhältnisse aber weniger klar zeigenden Gattung *Portulaca* der Darstellung des Normaldiagrammes hier zugrunde gelegt werden sollen.

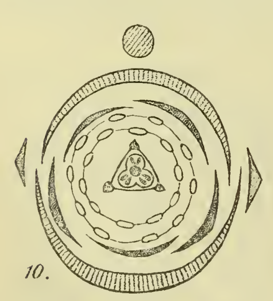


Fig. 10. Diagramm der ursprünglichen *Portulacoideae*: *Calandrinia arenaria* Cham.

Der Einsatz der Tepalen ist, ebenso wie bei den Phytolacaceen, quinkuncial vornumläufig. Das hierauf folgende Andröceum ist zweikreisig, jeder Kreis in der Anlage zu je 5 Gliedern. Dies zeigt, abgesehen von den entwicklungsgeschichtlichen Befunden Payers, am deutlichsten *Calandrinia arenaria* Cham. (Fig. 10). Hier sind die Stamina an der Basis fest zu zwei geschlossenen Kreisen verwachsen. Unter sich zeigen die beiden Staminalkreise eine merkliche Größendifferenz und bleiben vollständig getrennt. Jede Reihe enthält ungefähr 10 Stamina, es ist also als normal Zweierdédoublement sämtlicher Glieder anzunehmen.

1) Payer, l. c. p. 331—335.

Das hier vorliegende vollkommen gleichmäßige Verhalten beider Staminalkreise ist indessen in der Familie durchaus ungewöhnlich. Hier ist vielmehr die mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Tendenz nicht zu verkennen, den äußeren alternitepalen Staminalkreis zu unterdrücken, dagegen den inneren epitepalen zu fördern.

An dieser Stelle muß die gleichfalls zu den Portulacaceen gestellte Gattung *Hectorella* Erwähnung finden, welche in der Ausbildung des Andröceums dem allgemeinen Familiencharakter der Portulacaceen diametral gegenüberstehende Verhältnisse zeigt. Leider hatte ich nicht Gelegenheit, diese seltene Pflanze selbst zu untersuchen, ich muß mich daher auf die Angaben Hookers [1]) verlassen. *Hectorella* zeigt nach der Darstellung dieses Forschers 5 nur alternitepale Stamina. Dieses in der Familie einzig dastehende Vorkommen muß um so merkwürdiger erscheinen, als sich *Hectorella* in der sonstigen Blütenbildung aufs engste an die Gattungen *Claytonia* und *Montia* anschließt, d. h. an eine Gruppe der Portulacaceen, bei welcher die vollständige Unterdrückung des äußeren, alternitepalen Staminalkreises durchaus die Regel ist.

Es ist daher durchaus berechtigt, wenn Pax [2]) den Wunsch ausspricht, daß eine Nachprüfung der Hookerschen Angaben erfolgen möge. Sollte sich die Alternitepalie der Staubgefäße bestätigen, so würde dies zwar noch kein ausreichender Grund sein, *Hectorella* aus der Familie der Portulacaceen auszuscheiden, trotzdem möchte ich, bis weitere Untersuchungen erfolgt sind, davon absehen, dieser Gattung eine bestimmte Stelle im System anzuweisen.

Im folgenden sollen die einzelnen Gattungen der Portulacaceen nach Ausbildung ihres Diagramms besprochen werden und zwar soll nach Möglichkeit die Reihenfolge innegehalten werden, wie sie durch die phylogenetische Entwicklungsreihe — soweit diese erkennbar — gegeben ist.

b. Diagramme der Portulacoideae.

Somit tritt zunächst die Frage an uns heran, welche Gattung der Portulacaceen als die ursprünglichste anzusehen ist. Gänzlich auszuschließen sind hier von vornherein die Gattungen, für welche der regelmäßige, vollständige Ausfall des äußeren Staminalkreises charakteristisch ist; das sind jene Gattungen, die mit *Claytonia* einen engeren Verwandtschaftskreis bilden. Um aus den übrigen Gattungen die ursprünglichste erkennen zu lassen, gestattet die Ausbildung des Gynöceums noch die sichersten Schlüsse, wiewohl auch diese naturgemäß nur hypothetischen Charakter tragen können. Sie alle weisen uns auf die Gattung *Portulaca* hin.

Während bei *Calandrinia*, *Talinum* und *Anacampseros* — um nur

---

1) Hooker in Bentham u. Hooker p. 157.

2) Pax, l. c. p. 58.

die hier in erster Linie in Frage kommenden Gattungen zu nennen — wie bei den meisten übrigen Portulacaceen-Genera die Karpelle in 3-Zahl vorhanden sind, finden wir innerhalb der Gattung *Portulaca* ganz besonders häufig Isomerie des Gynöceums. Nicht nur bei *Portulaca oleracea* L., sondern auch bei *P. grandiflora* Lindl. und *P. macrorhiza* Zipp. — um nur die häufigsten in den Herbarien vertretenen Formen zu nennen — ist ein 5-zähliges Gynöceum das gewöhnlichste. In Anbetracht der Tatsache, daß bei den ursprünglichsten Centrospermen, den Phytolacoideen mit ihren an Apokarpie grenzenden Gynöcealverhältnissen, Isomerie vorliegt, scheint mir auch die größere Zahl der Karpelle bei *Portulaca* ein ursprüngliches Merkmal zu sein.

Aber noch andere schwerwiegende Gründe sprechen für die Ursprünglichkeit der Gattung *Portulaca*. Es machen sich nämlich bei dieser Gattung und bei einigen ihr sehr nahe stehenden Arten von *Talinum* noch Reste von Scheidewänden als vorstehende Rippen im Grunde des Fruchtknotens deutlich bemerkbar. Dies ist bei den übrigen Portulacaceen nicht der Fall und muß, da wir die Centrospermen mit ungefächertem Fruchtknoten von denen mit gefächertem Fruchtknoten abzuleiten haben, als deutlicher Hinweis dafür gelten, daß gerade *Portulaca* diesen letztgenannten besonders nahe steht.

Einen letzten Beweis für die Ursprünglichkeit der Gattung *Portulaca* liefert uns endlich der Ansatz des Fruchtknotens. Unter den Portulacaceen ist diese Gattung die einzige mit halbunterständigem Fruchtknoten. Von ihr aus läßt sich nun über *Talinum*, dessen Fruchtknoten mit ganz breiter Basis dem Blütenboden aufsitzt und *Calandrinia*, wo der Fruchtknoten deutlich oberständig, schon eine wesentlich schmalere Basis zeigt, der Übergang zu *Claytonia*, *Montia* und *Portulacaria*, wo der Fruchtknoten direkt stielartig verschmälert ist, lückenlos aufweisen. Da mit dieser Umbildung des Fruchtknotens eine fortschreitende Differenzierung der Formenkreise parallel geht und gerade am Ende der Reihe besonders deutlich abgeleitete Formen zu finden sind, ist auch hierdurch die Ursprünglichkeit der am Anfang dieser Reihe stehenden Gattung *Portulaca* wahrscheinlich gemacht.

Wie uns die Gattung *Portulaca* den Anschluß der Portulacaceen an die übrigen Centrospermen vermitteln läßt, wird später noch zu behandeln sein. Zunächst sei in der Beschreibung der Diagramme fortgefahren.

Das Andröceum in der Gattung *Portulaca* zeigt nichts Ungewöhnliches. In den meisten Fällen, so bei *P. grandiflora* Hook. (Fig. 11) und *P. macrorhiza* Zipp. ist die Zahl der Stamina eine sehr große. Dies, sowie die Anordnung der Staubgefäße in mehreren Reihen, läßt es durchaus wahrscheinlich erscheinen, daß hier noch beide Staminalkreise erhalten und in Dédoublement eingetreten sind. Eine positive Beantwortung dieser Frage wäre nur auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen zu geben.

Indessen kommt bereits innerhalb der Gattung *Portulaca* Ausfall des

äußeren Staminalkreises vor. So z. B. bei *P. oleracea* L. Diese Spezies hat eine wesentlich geringere Zahl von Staubgefäßen aufzuweisen als die oben genannten Arten. In Fig. 12 wird eines der gewöhnlichsten Diagramme von *P. oleracea* L. gegeben. Es zeigt, wie die Vielzahl der Staubgefäße unter Unterdrückung des äußeren Staminalkreises durch Dédoublement des inneren entsteht. Die vielfältigen Variationen in der Staubgefäßzahl kommen durch Variationen dieses Dédoublements zustande.

Als ein kleiner bereits stark differenzierter Seitenzweig dieses Typus sind hier die Gattungen *Grahamia* und *Lewisia* zu behandeln. *Grahamia* mit ihren 5 Tepalen, 5 Karpellen und einer großen Zahl von Staubgefäßen schließt sich im Diagramm aufs engste an *Portulaca* an. Der abweichenden Ausbildung des aus zahlreichen spiralig gestellten Hochblättern gebildeten Blüteninvolukrums ist bereits oben gedacht.

Weniger klar liegen die diagrammatischen Verhältnisse bei *Lewisia* zutage. Auf die auch hier in größerer Anzahl vorhandenen, spiralig gestellten Hochblätter folgt bei *Lewisia rediviva* Pursh eine große Anzahl petaloid ausgebildeter Tepala in scheinbar spiraliger Stellung (Fig. 9). Hier muß die Frage aufgeworfen werden: Kommt die für die Portulacaceen ganz ungewöhnliche Überzahl der Tepalen durch Spaltung der ursprünglich normal in 5-Zahl vorhandenen Tepalen zustande, oder etwa dadurch, daß der äußere Staminalkreis zur Bereicherung der Blütenhülle petaloide Ausbildung angenommen hat?

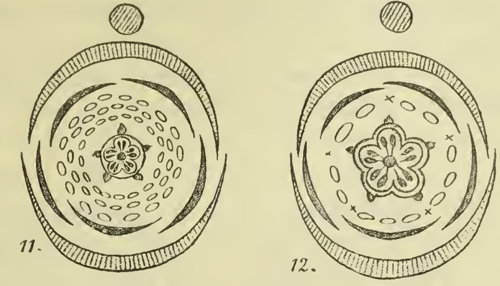


Fig. 11 u. 12. Diagramme der ursprünglichen *Portulacoideae*. — Fig. 11. *Portulaca grandiflora* Hook., Fig. 12. *P. oleracea* L.

Die letztgenannte Entstehungsmöglichkeit des überzähligen Tepalenkranzes halte ich, soweit diese Frage auf Grund von Untersuchungen an getrocknetem Material überhaupt zu beantworten ist, für unzutreffend. Es spricht dagegen zunächst schon die große Zahl der anscheinend in mehreren Reihen angeordneten Staubgefäße, die die Teilnahme beider Staminalkreise an der Bildung des Staubgefäßkranzes notwendig zu machen scheint. Des weiteren macht der Tepalenkranz einen durchaus homogenen Eindruck und die relative Schmalheit der sonst in der Familie viel breiter entfalteten Tepalen scheint direkt darauf hinzuweisen, daß wir es hier nur mit Spaltungsprodukten der ursprünglichen Tepalen zu tun haben. Ferner bemerken wir, daß — wie im Pflanzenreich fast überall und auch bei den Centrospermen (*Mesembryanthemum*) — dann, wenn ihrer morphologischen Dignität nach gleichartige Organe in großer Zahl vorhanden sind und ungleichartige Ausbildung erfahren, keine scharfen Grenzen zwischen diesen ver-

schieden ausgebildeten Gliedern vorhanden sind, sondern im Gegenteil allmähliche Übergänge vorliegen. Das ist aber bei *Lewisia* nicht der Fall. Endlich steht *Lewisia* mit diesem Tepalenkranz nicht gänzlich isoliert in der Familie da. Genau die gleiche Ausbildung zeigt auch *Calandrinia polypetala* Fenzl. Auch hier findet sich die große Zahl der Tepalen, ihre scheinbar spiralige Anordnung, endlich ihre große Schmalheit. In diesem Spezialfall liegt die Annahme, daß der äußere Staminalkreis mit petaloide Ausbildung angenommen habe, um so ferner, als *C. polypetala* Fenzl einem Verwandtschaftskreise angehört, in welchem die Entwicklung des Tepalen- und des Staminalkreises eine durchaus normale ist. Eine geringe Vermehrung im Tepalenkranz bis zu 7 und 8 Gliedern ist im übrigen auch sonst in der Gattung *Calandrinia* nicht selten zu beobachten. Somit können wir auch bei *Lewisia* die größere Zahl der Tepalen einfach durch Spaltung der ursprünglich in 5-Zahl anzunehmenden Tepala erklären und das Diagramm direkt an das von *Grahamia* anreihen.

Der Hauptstamm der phylogenetischen Entwicklungsreihe der Portulacaceen führt indessen nicht über *Lewisia*, vielmehr leitet er mit großer Wahr-



Fig. 13—15. Diagramme der ursprünglichen *Portulacoideae*. — Fig. 13—14. *Calandrinia Menziesii* Torr. u. Gray, Fig. 15. *C. procumbens* Moris.

scheinlichkeit von *Portulaca* ausgehend zunächst zu *Talinum*, von da aus nach der einen Seite zu *Anacampseros*, nach der anderen zu *Calandrinia* über. Diese 3 letztgenannten Gattungen bilden einen so eng geschlossenen Verwandtschaftskomplex und stimmen insbesondere in ihren diagrammatischen Verhältnissen derart überein, daß eine gemeinsame Behandlung an dieser Stelle angängig ist.

Schon gelegentlich der Herleitung des Normaldiagramms der Portulacaceen ist das Diagramm von *Calandrinia* ausführlich dargestellt worden. Auch hier kann es uns wieder als Ausgangspunkt dienen. Aus der bei *C. arenaria* Cham. (Fig. 10) klar zutage liegenden Entwicklung beider Staminalkreise können wir auch hier mit großer Wahrscheinlichkeit den Schluß ziehen, daß bei den Formen mit sehr reichem Andröceum, wie z. B. *C. grandiflora* Hook., *Anacampseros arachnoides* Sims u. a. beide Staminalkreise in Dédoublement eingetreten sind. Indessen ist an anderen

Stellen das Dominieren des epitepalen Kreises nicht zu verkennen. Bei *Calandrinia Menziesii* Torr. und Gray sowie *Talinum patens* W. wechselt die Zahl der Stamina von 12—20 und mehr. Der einfachste Fall ist in Fig. 13 dargestellt. Die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen von Payer[1]) haben gezeigt, daß hier zwar beide Staminalkreise entwickelt sind, doch geht die Vermehrung des Andröceums nur vom inneren Kreise aus und zwar treten bei niedrigeren Zahlen nur einzelne, bei höheren (Fig. 14) schließlich alle Glieder des inneren Kreises in Dédoublement ein. Während bei diesen Formen der äußere Staminalkreis noch vorhanden ist, tritt uns nicht selten, so bei *Calandrinia procumbens* Moris (Fig. 15) der völlige Abort dieses äußeren Kreises entgegen. Der innere Kreis kann dabei einfach bleiben oder auch — bei derselben Spezies mannigfach variierend — Dédoublement einzelner Glieder aufweisen.

Das Gynöceum wird in allen diesen Fällen regelmäßig aus 3 Karpellen gebildet.

Der hier behandelten phylogenetisch fest geschlossenen Reihe wären noch die Gattungen *Pleuropetalum* und *Talinella* anzuschließen, wenn nicht festgestellt wäre, daß diese Gattungen überhaupt nicht zu den Portulacaceen zu rechnen sind. Bezüglich des *Pleuropetalum* verweise ich auf die Ausführungen von Schinz[2]), der als hervorragender Kenner der Amarantaceen *Pleuropetalum* zu dieser Familie zieht. *Talinella* ist schon durch die Tatsache aus der Familie ausgeschlossen, daß die 2 Karpelle sich jeweils in sich selbst schließen und so einen gefächerten Fruchtknoten bilden. Der Anschluß dieser Gattung an die Aizoaceen wird untersucht werden müssen.

Gleichfalls schließe ich aus dieser Reihe mehrere bisher zu *Calandrinia* gebrachte Spezies aus, welche Reiche[3]) bei seiner Bearbeitung dieser Gattung als Sektion »*Hirsutae*« definiert. Über ihren Charakter wird zunächst zu handeln sein.

Eine Definierung dieser Gruppe macht die Berücksichtigung der Ovula und ihres Ansatzes nötig. Zunächst finden wir, daß sämtliche bisher behandelten Gattungen der Portulacaceen durch den Besitz einer großen Anzahl von Ovula ausgezeichnet sind. Diese entspringen der Mittelsäule des Fruchtknotens, sind kampylotrop bis anatrop und richten ausnahmslos ihre Mikropyle nach außen. Im Gegensatz hierzu finden wir bei der von *Calandrinia* abzutrennenden und als *Calandriniopsis* Franz[4]) zu definierenden

1) Payer, l. c. p. 333—335.

2) Schinz, Beiträge zur Kenntnis der Amarantaceen, in Bull. Herb. Boiss. III. 1903 p. 1—9.

3) Reiche, Zur Systematik der Chilenischen Arten der Gattung *Calandrinia*, in: Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1897 p. 494—503.

4) *Calandriniopsis* Franz nov. gen. Petala 5, hypogyna. Stamina 8 vel saepius pauciora, petalis opposita basi libera, pollinis granulis 12-poratis. Ovarium liberum, ovoideum, 1-loculare, ∞ ovulatum, stylo longe trifido, ovulis multis placentae centrali

neuen Gattung, daß die hier gleichfalls in großer Zahl vorhandenen Ovula ihre Mikropyle nach innen richten. Dies Merkmal teilt die neue Gattung mit einer größeren Gruppe von Gattungen, nämlich mit *Monocosmia*, *Calyptridium* und *Spraguea* und stellt somit die Vermittelung dieser Gattungen mit *Calandrinia* her. Sämtliche so durch innere Mikropyle charakterisierten Gattungen sind wieder als eine phylogenetisch fest geschlossene Gruppe anzusprechen und hier zu behandeln.

Von den übrigen Portulacaceen sind diese Gattungen zunächst schon durch ein äußeres Merkmal in der plastischen Ausbildung des Kelches unterschieden, das hier mit Erwähnung finden möge. Entgegen der sonst in der Familie vorherrschenden ovalen oder eiförmig-zugespitzten Gestalt der Kelch- bzw. Hochblätter zeigt sich bei den *Calyptridiinae* die Tendenz zu einer 3 teiligen Ausbildung der betreffenden Blattorgane. Bei der Gattung *Calandriniopsis* ist diese nur durch eine 3 Spaltung des wesentlich verbreiterten oberen Blattrandes angedeutet. Bei *Monocosmia* tritt die mittlere Partie des Blattes kammartig hervor gegenüber den dünnhäutig bleibenden Seitenpartien des Blattes. Bei *Calyptridium* und *Spraguea* endlich zeigen diese Seitenpartien des Blattes die mächtige petaloide Ausbildung, deren schon oben gedacht wurde.

Den ursprünglichsten Typus dieser Reihe haben wir naturgemäß in der Gattung *Calandriniopsis* zu suchen, welche ich von *Calandrinia* abzutrennen gezwungen war. Unsere Fig. 15, welche von *C. procumbens* genommen ist, stellt zugleich den Blütenbau von *Calandriniopsis umbellata* (DC.) Franz dar. Der äußere Staminalkreis ist abortiert, das Gynöceum 3 zählig ausgebildet.

Dieses Diagramm ist zwar noch nicht das reichste, das in dieser Gruppe vorkommt. Bei *C. montana* (Phil.) Franz z. B. kommt nicht selten Dédoublement einzelner Glieder vor, indessen ist eine solche Vermehrung ungewöhnlich. Im allgemeinen zeigt die Blütenbildung der *Calyptridiinae* die Tendenz zur Reduktion, und es sind gerade die bei der Gattung *Calandrinia* im alten Umfang durch Verarmung des Diagramms störenden Formen, welche unter Berücksichtigung der inneren Mikropyle als unterscheidendes Merkmal aus dieser Gattung ausgeschieden werden mußten. Als solche im Andröceum reduzierte Formen nenne ich *Calandriniopsis polycarpoides*

---

affixis micropyle interna insignibus. Capsula ovoidea chartacea 3-valvis, seminibus a latere compressis orbiculato-reniformibus. — Herbae ± dense hirsutae, foliis radicalibus rosulatis, caulinis alternis. Flores in racemos terminales laxos dispositi vel in capitula conferti, anaphyllis ± trifidis (quae a prioribus pro calyce habentur) 2 suffulti.

Species adhuc mihi cognitae 4, Chilenses:

Calandriniopsis sericea (Hook. et Arn. sub *Calandrinia*) Franz.
C. montana (Philippi sub *Calandrinia*) Franz.
C. umbellata (DC. sub *Calandrinia*) Franz.
C. polycarpoides (Philippi sub *Calandrinia*) Franz.

(Phil.) Franz (Fig. 16), wo die über den beiden Tepalen stehenden Staubgefäße abortiert und im Diagramm nur 3 Staubgefäße übrig geblieben sind.

An die Gattung *Calandriniopsis* ist zunächst die merkwürdige Gattung *Monocosmia* anzuschließen. Bestimmend hierfür ist neben der inneren Mikropyle vor allem die gleiche Gestalt des Pollens, der, wie unten noch im besonderen zu besprechen sein wird, 12 Poren zeigt. *Monocosmia* unterscheidet sich wesentlich nur durch die 4-Zähligkeit ihrer Blüten (Fig. 17), denn ich sehe die nach der Deckung (erstes Paar transversal stehend) scheinbar in zwei Kreisen stehenden Tepalen selbstverständlich als einkreisig an. Zu welchen Konsequenzen man kommt, wenn man die Einkreisigkeit der Tepalen bei den Portulacaceen aufhebt, wird unten bei der Besprechung der Almquistschen Theorien über das *Montia*-Diagramm gezeigt werden.

Von den Staubgefäßen des ersten Kreises ist bei *Monocosmia* ebensowenig etwas erhalten wie bei *Calandriniopsis*. Die Reduktion der Staubgefäße des zweiten Kreises ist gleichfalls bis auf das nach vorn fallende Glied eine vollständige, so daß nur ein Staubgefäß übrig bleibt. Die Karpelle sind in Zweizahl vorhanden. Jedem Karpell entspricht nur ein einziges Ovulum. Diese geringe Zahl von Ovulis muß als besonders merkwürdig bezeichnet werden, da sich der ganze bisher besprochene Verwandtschaftskreis und insbesondere auch die nächstverwandten Formen durch eine große Zahl von Ovulis auszeichnen. Jedenfalls haben wir es hier angesichts der auch in den übrigen Blütenkreisen so überaus weit vorgeschrittenen Rückbildungen nur mit einer Reduktion in der Zahl der Ovula zu tun.

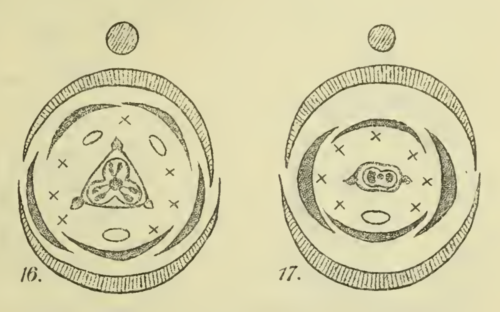


Fig. 16 u. 17. Diagramme der *Calyptridiinae*. — Fig. 16. *Calandriniopsis polycarpoides* (Phil.) Franz; Fig. 17. *Monocosmia*.

Als die fortgebildetsten Gattungen in dieser Gruppe sind endlich *Calyptridium* und *Spraguea* zu nennen. Besonders unterschieden gegen die vorigen sind sie durch die mehrfach erwähnte petaloide Ausbildung des Hochblattinvolukrums und durch den unten noch näher zu beschreibenden 3-Furchenpollen. Aber in erster Linie die innere Mikropyle der in diesen Gattungen wieder zahlreichen Ovula, dann auch die im typischen Falle klare 4-Zähligkeit des Diagramms beweisen, daß sie sich eng an *Monocosmia* anschließen. Ein weiterer Unterschied gegen *Monocosmia*, welcher nach einer kurzen Andeutung von Pax[1]), der die Kapsel als septicid angibt, darin bestehen würde, daß die beiden Karpiden nicht transversal, wie

1) Pax l. c. p. 56.

bei *Monocosmia*, sondern serial stünden, hat sich nicht bestätigt. Die Kapsel öffnet sich, wie bei allen Portulacaceen (soweit sie nicht mit umschriebenem Deckel aufspringt) loculicid, die transversal gestellten Narben bezeichnen dementsprechend die Mittellinie der Karpelle und sind, wie bei allen Centrospermen, Carinalnarben.

Bei *Spraguea nuda* und *S. umbellata* sind im Andröceum noch 3 Stamina erhalten. Der 4-zählige Tepalenkranz entspricht vollkommen dem von *Monocosmia* (Fig. 18).

Weitere Reduktionen kommen vor bei *Calyptridium monandrum* Nutt. (Fig. 19), wo nur noch das der Achse abgewendete Stamen vorhanden, aber das vor diesem stehende Tepalum ausgefallen ist, und bei *C. roseum* Wats. (Fig. 20), wo nur noch das der Achse abgewendete Staubgefäß und die beiden transversal gestellten Tepalen erhalten sind.

Hiermit ist die erste phylogenetische Entwicklungsreihe der Portulacaceen abgeschlossen. Die Verwandtschaft der einzelnen Gattungen ist dabei oft eine so enge, daß eine scharfe Abgrenzung derselben gegen einander

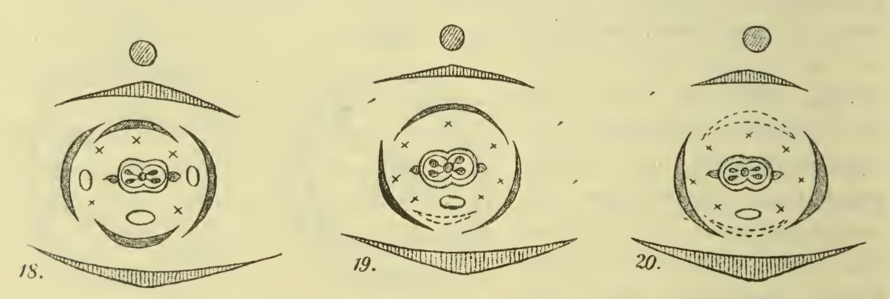


Fig. 18—20. Diagramme der *Calyptridiinae*. — Fig. 18. *Spraguea nuda* How.; Fig. 19. *Calyptridium monandrum* Nutt.; Fig. 20. *C. roseum* Wats.

nicht selten große Schwierigkeiten macht. An anderen Stellen, wo die Übergänge nicht so vollkommen vermittelt sind, steht zum mindesten die Zugehörigkeit der betreffenden Gattung zu diesem Verwandtschaftskomplex der *Portulacoideae*, wie ich ihn nennen will, außer Frage. Charakteristisch ist für diese Gruppe — wenn wir hier von der stark reduzierten *Monocosmia* absehen — die große Zahl der Ovula und der Ansatz des Fruchtknotens mit breiter Basis. Inwiefern vor allem die Ausbildung des Pollens, dann auch anatomische Merkmale die hier dargestellten Verwandtschaftsverhältnisse beweisen, wird später zu zeigen sein.

c. Diagramme der Montioideae.

In allen diesen Punkten finden wir bei der zweiten als *Montioideae* zusammenzufassenden Gruppe nicht unwesentliche Abweichungen. Es gehören hierher die Gattungen *Claytonia*, *Montia*, die von *Calandrinia* abgetrennte *Wangerinia*, endlich *Portulacaria*, an welche sich *Basella* so

eng anschließt, daß der bisher als besondere Familie behandelte Formenkreis der Basellaceen kaum als besondere Tribus aufrecht zu erhalten ist.

Charakteristisch für diese zweite Gruppe ist neben dem mit stielartig verschmälertem Grunde ansetzenden Fruchtknoten die geringe und für jede Gattung bestimmte Zahl der Ovula, wovon im Höchstfalle 2 auf jedes Karpell kommen. Außerdem ist die Form des Pollens eine im Typus einheitliche und gegen den Pollen der ersten Gruppe verschiedene. Dies, sowie die Merkmale der Anatomie, wird weiter unten zu besprechen sein; doch sei bereits an dieser Stelle betont, daß die Gesamtheit der Merkmale es unmöglich macht, die *Montioideae* unvermittelt an die erstbehandelte Reihe, die *Portulacoideae* anzuschließen. Vielmehr sind die *Montioideae* als zweite Gruppe neben jene zu stellen.

Das Diagramm ist in der ganzen Gruppe ziemlich einheitlich gebildet. Es entspricht dem Normaldiagramm der Portulacaceen, doch ist die Unterdrückung des äußeren Staminalkreises eine regelmäßige und vollständige. Dédoublement des inneren Kreises ist selten, dagegen kommen zuweilen weitere Reduktionen im Diagramm vor.

Für die Gattungen *Claytonia* und *Montia* gilt im typischen Falle das in Fig. 21 gezeichnete Diagramm. Es entspricht vollkommen dem von *Calandrinia procumbens* Moris, nur beträgt hier bei den *Montieae* die Zahl der Ovula 3 oder 6. Wenn Pax[1]) als Höchstzahl 5 Ovula angibt, so kann sich das nur auf den reifen Fruchtknoten beziehen, wo man gewöhnlich nicht mehr als 5 entwickelte Samen findet. Im jungen Ovarium sind indessen die je einem Karpell entsprechenden Ovula einzeln oder paarig angelegt, also zu 3 oder 6.

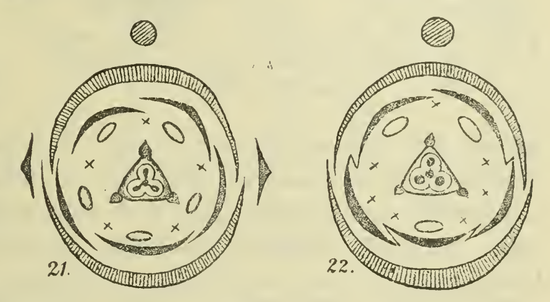


Fig. 21 u. 22. Diagramme der *Montioideae*. — Fig. 21. *Claytonia perfoliata* Don; Fig. 22. *Montia fontana* L.

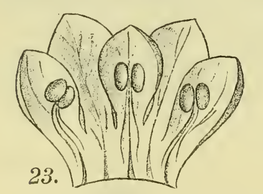
Der Tepalenkranz zeigt bei *Claytonia* und *Montia* eine starke Neigung zur Verwachsung, zu Syntepalie. Wie diese bei den einzelnen Arten wechselt, so ist auch die Höhe der Verwachsung verschieden. Gewöhnlich liegt nur eine leichte Verwachsung am Grunde vor, wobei aber die einzelnen Tepalen noch benagelt erscheinen können (Fig. 24 von *Claytonia perfoliata* Don). Bei *Montia fontana* L. besteht weiter (Fig. 23 und 22) die Eigentümlichkeit, daß die beiden hintersten Tepalen nach der Achse zu von einander frei sind, während alle übrigen Ränder ziemlich hoch mit einander verwachsen sind.

---

1) Pax l. c. p. 55.

Dies Verhalten, verbunden mit der Tatsache, daß auch bei *Montia fontana* L. nur die 3 Stamina vor den inneren Tepalen (siehe Fig. 22 und 27) erhalten sind, hat ALMQUIST in der bereits oben erwähnten Arbeit[1]) veranlaßt, die Theorie aufzustellen, daß diese Lücke die Ausfallstelle eines Tepalums darstelle und daß dementsprechend die *Montia*-Blüte nach monokotylem Typus 3-zählig gebaut sei. Um keinen Zweifel über seine Auffassung zu lassen, vergleicht sie ALMQUIST und identifiziert ihren Bau mit der Blüte von *Luzula*.

Hier liegt ein Beispiel vor, wo die vergleichende Morphologie entschieden zu weit getrieben ist. Wer immer sich mit dem Blütenbau eines variierenden Formenkreises beschäftigt, wird, wie auch ich reichlich in dieser meiner Arbeit, gezwungen sein, Diagrammkonstituenten zu ergänzen. Allein dies ist doch nur dann zulässig, wenn durch Vergleich mit zweifellos nahe verwandten Formen derartige Anschauungen gestützt werden können. Wie aber hier bei *Montia* ein Vergleich mit *Luzula* oder anderen 3-zähligen Monokotylen möglich sein soll, ist nicht einzusehen. Die Tatsache, daß das Diagramm von *Montia fontana* L. sich von dem der vollzählig gebauten *Montia*-Arten nur durch Abort der vor den beiden ersten Tepalen gelegenen Staubgefäße unterscheidet, liegt doch klar zutage. Im übrigen wird ALMQUISTS Vergleich mit der *Luzula*-Blüte auch dadurch hinfällig, daß seine Behauptung, das deckende Hochblatt (Kelchblatt) sei das hintere, nicht zutrifft. Wie bei allen Portulacaceen liegt auch bei *Montia* das äußere Hochblatt von der Achse weg.



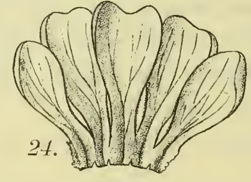


Fig. 23—24. Tepalenkreis, von innen gesehen. Fig. 23. *Montia fontana* d.; Fig. 24. *Claytonia perfoliata* Don.

Im übrigen sind die hier erwähnten diagrammatischen Unterschiede bei *Claytonia* und *Montia* nicht geeignet, die beiden Gattungen gegen einander abzugrenzen, da die einzelnen Merkmale sich gleichmäßig auf beide Gattungen verteilen. Geeignet hierzu scheint mir allein die Ausbildung der Blütenstände. Bei *Claytonia* sind an den blütentragenden Schäften stets nur die Vorblätter der Auszweigungen vorhanden, während bei *Montia* die Blütenstände am Gipfel beblätterter Sprosse stehen.

An dieser Stelle muß die bereits bei Besprechung des Hochblattinvolukrums angeführte neue Gattung *Wangerinia* eingeschaltet werden. Diese Gattung von *Calandrinia* abzutrennen, gebot neben der Pollenform vor allem die Ausbildung des Ovariums, das mit dem stielartigen Ansatz und der geringen Zahl der Ovula — es entspricht jedem der 3 Karpelle ein

1) ALMQUIST l. c. p. 91—95.

einziges Ovulum — die für die *Montioideae* charakteristischen Verhältnisse zeigt. Weiter ist der Blütenstand und die Ausbildung des Hochblattinvolukrums, wie oben beschrieben, derart abweichend, endlich auch der Habitus so vollständig verschieden, daß die Vereinigung dieser Form mit *Calandrinia* unmöglich ist.

Das Diagramm der *Wangerinia minima* Franz (Fig. 8 u. 13) ist typisch 4zählig. Die Tepalen sind frei, die Staubgefäße in 3-Zahl vorhanden. Das vierte nach der Achse zu gelegene Stamen ist abortiert.

Sehr abweichend von sämtlichen übrigen Portulacaceen, und doch nach der Blütenbildung zweifellos zu ihnen gehörig, ist die Gattung *Portulacaria*.

Von allen übrigen Portulacaceen weicht sie bei normal aus 3 Karpellen gebildetem Fruchtknoten durch ihr einziges basiläres Ovulum ab. Auch dieses Ovulum selbst ist insofern abnorm gestaltet, als es sehr langgestreckt ist und Andeutung von Flügelung zeigt. Es ist typisch anatrop. Die Richtung der Mikropyle ist, da nur ein einziges Ovulum vorhanden ist,

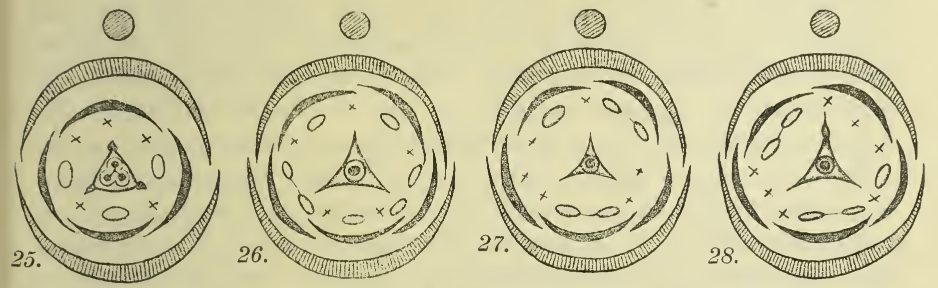


Fig. 25—28. Diagramme der *Montioideae*. — Fig. 25. *Wangerinia minima* (Bert.) Franz (Seitenblüte); Fig. 26—28. *Portulacaria*.

selbstverständlich nicht festzustellen. Auch im Andröceum liegen etwas abweichende Verhältnisse vor. Zwar liegt auch hier der Anlage der 5-zählige epitepale Staminalkreis zugrunde, doch werden durch bei den *Montioideae* sonst nirgends vorkommendes Dédoublement sowie gleichzeitigen Abort einzelner Glieder die Zahlen und Stellungsverhältnisse sehr schwankend. Fig. 24—26 zeigen eine geringe Anzahl der hierdurch möglichen Diagramme. Trotzdem genügen der hier besonders deutliche stielartige Ansatz des Fruchtknotens und die geringe Zahl der Ovula, um im Verein mit der Pollenform den Anschluß von *Portulacaria* an die *Montioideae* zu sichern.

Zum Schluß muß der anomalen Gattung *Basella* und an sie anschließend der übrigen *Basellaceae* hier gedacht werden. Zuerst Eichler[1]), dann ihm folgend Volkens[2]) und Engler[3]) betonen die engste Zusammen-

1) Eichler l. c. p. 128—129.

2) Volkens in Engler u. Prantl, Die Natürl. Pflanzenfamilien III. 1. *Basellaceae* p. 126.

3) Engler in Engler u. Prantl, Die Natürl. Pflanzenfamilien III. 1, p. 125, Anm.

gehörigkeit dieser Familie mit den Portulacaceen, und tatsächlich sehe ich, nachdem ich die Formenkreise durchgearbeitet habe, keinerlei Möglichkeit, *Basella* von den Portulacaceen auszuschließen. Volkens betont, daß die Basellaceen gleichsam eine einsamig gewordene Auszweigung der Portulacaceen darstellen. Da nun die von jeher und ohne Zweifel zu dieser Familie gerechnete Gattung *Portulacaria* gleichfalls stets nur ein einziges Ovulum aufweist, so erfolgt der Anschluß von *Basella* ohne Zweifel bei *Portulacaria* und mit dieser bei den *Montioideae*.

Etwas abweichend ist allein der Blütenstand der Basellaceen, sowie die Ausbildung des Hochblattinvolukrums.

Die Blütenstände der Basellaceen stellen Trauben dar. Jede Blüte steht in der Achsel eines Tragblattes und führt zwei transversal gestellte Vorblätter. Eine Erklärung und Vermittelung mit den bei den übrigen Portulacaceen vorliegenden Verhältnissen finden diese Blütenstände wieder durch *Portulacaria*.

Auch bei dieser im Laub stark reduzierten Gattung finden wir, daß wenigstens an den Spitzen der blütentragenden Zweige sich die Blüten einzeln und in vollkommen gleicher Weise ausgebildet finden, wie es bei den Basellaceen allgemein der Fall ist. Die Vorblätter sind steril. Bei weiter unten sich findenden Blüten treten indessen Auszweigungen aus den Vorblättern auf, so daß an Stelle der Einzelblüten Blütenbüschel treten. Damit schließt sich *Portulacaria* an die in den Endauszweigungen dichasial gebauten Portulacaceen an, beweist aber zugleich durch die oberen Teile ihrer Blütenstände, daß die Sterilität der Vorblätter bei den *Basellaceae* keinen Grund darstellt, diese Gruppe von den Portulacaceen auszuschließen. Doch noch deutlichere und direktere Hinweise auf die dichasialen Blütenstände der übrigen Portulacaceen finden sich bei *Basella* selbst. Insbesondere bei *B. rubra* L. konnte ich an den Enden kleiner Seitenzweige des windenden Hauptstammes Blütenstände finden, die einen traubenartigen Aufbau zeigten, indessen dadurch ausgezeichnet waren, daß zum mindesten die unteren Blüten in ihren Vorblättern wiederum Blütenknospen trugen.

Hiernach bieten die Blütenstände keine prinzipiellen Unterschiede mehr dar; wollte aber jemand die Basellaceen als eigene Familie beibehalten, so müßte er auch die Gattung *Portulacaria* zu ihr ziehen.

Der andere Grund, *Basella* von den Portulacaceen abzutrennen, würde in der Ausbildung des Hochblattinvolukrums (Kelch) zu sehen sein.

Bei *B. rubra* L. finden wir, daß dieses Involukrum ein ziemliches Stück mit den eigentlichen Tepalen verwachsen ist und sich weder durch Konsistenz noch durch Farbe wesentlich von diesen unterscheidet. Dies würde gegenüber allen Portulacaceen einen wesentlichen Unterschied bedeuten, wenn nicht bei andern Basellaceen, speziell bei *Boussingaultia*, die sog. Kelchblätter genau ebenso an der Basis der Blüte stünden und bis zum Grunde geteilt wären, wie dies bei den echten Portulacaceen die

Regel ist. Auch die Verwachsung der Tepalen, welche bei *Basella* so auffällig erscheint, findet sich bereits bei den Gattungen *Claytonia* und *Montia* angedeutet.

Die diagrammatischen Verhältnisse der *Baselloideae* (unter welcher Bezeichnung ich den Formenkreis zu den Portulacaceen bringe) sind (vgl. Volkens[1]) bei allen Gattungen vollkommen gleich und entsprechen ganz dem Normaldiagramm der *Montioideae* (Fig. 21). Gegenüber *Portulacaria* fällt die Kamyplotropie des Ovulums auf.

Es kann demnach keinem Zweifel unterliegen, daß die Basellaceen nur eine Gruppe der Portulacaceen darstellen und mit dieser Familie vereinigt werden müssen.

3. Plastik der Blüten.

In noch höherem Maße als die rein diagrammatischen Verhältnisse bietet uns die Plastik der Blüten einen Einblick in die natürlichen verwandtschaftlichen Gruppierungen der Familie. Es mußte deshalb bereits bei Besprechung der Diagramme gelegentlich darauf vorgegriffen werden. Hier sollen die wesentlichsten Punkte noch im Zusammenhang kurz dargestellt werden.

a. Blütenboden.

Wo die Blüten gestielt sind — und das ist mit Ausnahme der Gattungen *Portulaca* und *Basella* überall der Fall — zeigt die Blütenachse eine allmählich zunehmende keulenartige Anschwellung, deren abgeflachtes Ende den Blütenboden bildet. Nur bei der Gattung *Portulaca* mit ihrem halbunterständigen Fruchtknoten kommt es zur Bildung eines eigentlichen Rezeptakulums, das an seinem oberen Rande innen den Tepalen- und die beiden Staminalkreise trägt. Bei der Gattung *Basella* wird der Blütenboden der sitzenden Blüten von einer fleischigen Masse von axilem Charakter gebildet, aus der sich ziemlich wenig differenziert der Hochblatt-(Kelch) und Tepalenkreis abgliedert.

b. Tepalenkreis.

Die Blütenkrone ist bei der großen Mehrzahl der Portulacaceen äußerst zart und hinfällig. Im allgemeinen dient sie als Schauapparat. Sie ist gewöhnlich weiß, doch ist auch eine lebhafte Färbung nicht selten. Vor allem zeichnen sich Arten der Gattungen *Calandrinia* und *Portulaca* durch prachtvoll rote und gelbe Färbung der Tepalen aus. Für die Systematik sind jedoch diese Farbenunterschiede der Tepalen ziemlich belanglos, wie schon [vergl. Reiche[2]] der Versuch Barneouds[3]), die Gattung *Calandrinia*

---

1) Volkens l. c. p. 124—128.

2) Reiche l. c. p. 495.

3) Barneoud in: Gays Flora II. p. 474—514.

danach einzuteilen, beweist. Dagegen bietet die ziemlich variierende Form der Tepalen wenigstens zur Unterscheidung kleinerer Gruppen innerhalb der Gattungen ganz brauchbare Merkmale. Die Blütezeit ist im allgemeinen eine äußerst kurze. Oft, so bei *Portulaca oleracea* L., ist sie auf wenige Stunden beschränkt. Bleibt die hierdurch nur mangelhaft gewährleistete Fremdbestäubung aus, so schreitet die Pflanze zur Selbstbefruchtung, die dadurch herbeigeführt wird, daß die wieder zusammenneigenden Tepalen die Antheren den eigenen Narben andrücken. So findet man denn auch gewöhnlich bei getrocknetem Material Blüten und Staubblätter zu einem festen Knäuel mit dem Stempel verklebt, was die Untersuchung natürlich ganz erheblich erschwert, oft auch eine einwandfreie Beobachtung der Stellungsverhältnisse unmöglich macht. Diesem Übelstande wäre, wie schon Reiche bei seiner Bearbeitung der Gattung *Calandrinia* hervorhebt, nur durch Gartenkulturen abzuhelfen.

c. Stamina.

Die Staubgefäße sind nicht weniger zart als die Tepalen. Das Filament sitzt mit petaloid verbreitertem Grunde dem Blütenboden auf oder ist den Tepalen angewachsen. An einem gewöhnlich ziemlich kurzen Konnektiv trägt es die dithecischen, introrsen Antheren, die sich mit seitlichem Spalt öffnen. Die Form der Antheren ist bei der ersten Gruppe, den *Portulacoideae*, eine ziemlich schwankende. Neben Spezies mit fast kugeliger Anthere, wie sie bei *Portulaca* die Regel ist, finden sich — oft sogar innerhalb derselben Gattung bei relativ nahe verwandten Arten — solche mit langgestreckten Antheren. In der zweiten Gruppe, bei den *Montioideae*, ist eine Anthere von ellipsoidischer bis eiförmiger Gestalt durchgehend zu finden. Eine Modifikation erfährt dieser Typus nur bei *Boussingaultia*, wo die Anthere nach oben zugespitzt ist.

Einige Spezies (*Portulaca oleracea* L., *Talinum patens* W.) zeigen eine ziemlich intensive Reizbewegung der Stamina. Haberlandt[1]) hat den Vorgang bei *Portulaca grandiflora* Hook. näher untersucht und gezeigt, daß der Reiz durch Berührung sog. Reizpapillen, kleiner Membranvorwölbungen einzelner Zellen, ausgelöst wird.

d. Pollen.

Von grundlegender Bedeutung für die Systematik der Familie ist die Ausbildung des Pollens. Der erste Anschein scheint dem allerdings vollkommen zu widersprechen; denn wollte man nach der sonst wohl üblichen Unterscheidung von Furchenpollen und Porenpollen hier einteilen, so würde man oft gerade die nächstverwandten Gattungen und sogar Spezies trennen und die nach blütenmorphologischen Merkmalen gänzlich verschiedenen

1) Haberlandt, Sinnesorgane im Pflanzenreich, p. 23.

Formen zusammenstellen müssen. Um das Gemeinsame im Pollen der hier vorliegenden Verwandtschaftskreise erkennen zu können, muß man diese vielmehr unter einem anderen Gesichtspunkte betrachten.

Als im natürlichen Verwandtschaftskreis konstant stellt sich dabei der gleichsam dem Aufbau des Pollenkornes zugrunde liegende Bauplan heraus, der dann im Einzelfalle die mannigfachste Ausgestaltung erfahren kann.

Die im folgenden zu schildernden Beobachtungen über Pollen sind ausnahmslos an in Wasser gequollenen Pollenkörnern vorgenommen. Auch die Abbildungen zeigen den Pollen in diesem Zustand.

Die Grundform des Pollens ist in der ersten großen Gruppe, bei den *Portulacoideae*, das Pentagondodekaeder. In fast mathematischer Klarheit erhalten finden wir diese Form in der Gattung *Portulaca*, bei vielen Arten von *Talinum* und bei einigen Calandrinien, so z. B. bei *Calandrinia calyptrata* Hook. Bei dieser Spezies sind die Kanten des Zwölfecks als feine Linien zu erkennen, die — 30 an der Zahl — als ein gleichmäßiges Netz die Kugelform des Pollenkorns überziehen. Auf diesen Linien sind die Austrittstellen der Pollenschläuche zu suchen. Im gewöhnlichen Falle, so bei *Portulaca macrorhiza* Zipp. und *Talinum patens* W. treten an Stelle der die Kanten des 12-Flächners markierenden Linien elliptische Furchen, die infolge der Verdünnung der Exine an diesen Stellen als durchscheinende hellere Zonen erscheinen (Fig. 29).

Die Tatsache, daß diese Pollenform in der ursprünglichsten Gattung *Portulaca* die Regel ist und von hier aus auf die nächst anschließenden Gattungen *Talinum* und *Calandrinia* mehr oder weniger weit übergreift, um hier anderen Formen Platz zu machen, scheint mir ein wichtiges Argument dafür zu sein, daß diese reine Dodekaederform die ursprüngliche ist. Denn die phylogenetische Ursprünglichkeit der Gattung *Portulaca* wurde, von anderen Merkmalen ausgehend, wahrscheinlich gemacht.

Die erste Abänderung, die der Pollen nun in den Gattungen *Talinum* und *Calandrinia* erfährt, zeigt mit einem Schlage ganz neue Verhältnisse. Hatten wir es bisher mit Furchenpollen oder Faltenpollen zu tun — auch Fischer[1]), der die umfangreichsten Untersuchungen über Pollen angestellt hat, bezeichnet sie als solche —, so treten uns jetzt innerhalb derselben Gattungen typische Porenpollen entgegen. Als Beispiele nenne ich anstatt vieler nur *T. teretifolium* Pursh und *Calandrinia pilosiuscula* DC. (Fig. 30). Auffallen muß indessen sofort, daß, wie wir bisher die Furchen auf dem Pollenkorn 12 Flächen gegen einander abgrenzen sahen, wir in der neuen Form wieder gerade 12 Poren auftreten sehen.

Hier ist der Verdacht nicht von der Hand zu weisen, daß wir in dem 12-Porenpollen den von oben bekannten 12-Flächner vor uns haben nur mit

1) Fischer, Beiträge zur vergl. Morphologie der Pollenkörner. Dissertation Breslau 1890 p. 56.

dem Unterschied, daß er, anstatt die Pollenschläuche an den Grenzen der einzelnen Flächen in Furchen austreten zu lassen, diesen den Austritt durch in der Mitte der 12 Platten angelegte Poren gestattet. Zur Gewißheit muß diese Vermutung werden, wenn man die Anlage der Poren näher betrachtet. Es zeigt sich nämlich, daß die Exine gerade an den Stellen, wo die Poren sie durchsetzen, außerordentlich dick ist, im Umkreise einer jeden solchen Pore nimmt aber die Dicke der Exine schnell und gleichmäßig ab. Die notwendige Folge dieser Abnahme aber ist, daß sich zwischen den Poren in gleichmäßigen Abständen von diesen Zonen größte Dünne der Exine findet, und diese Zonen müssen wieder mit mathematischer Notwendigkeit

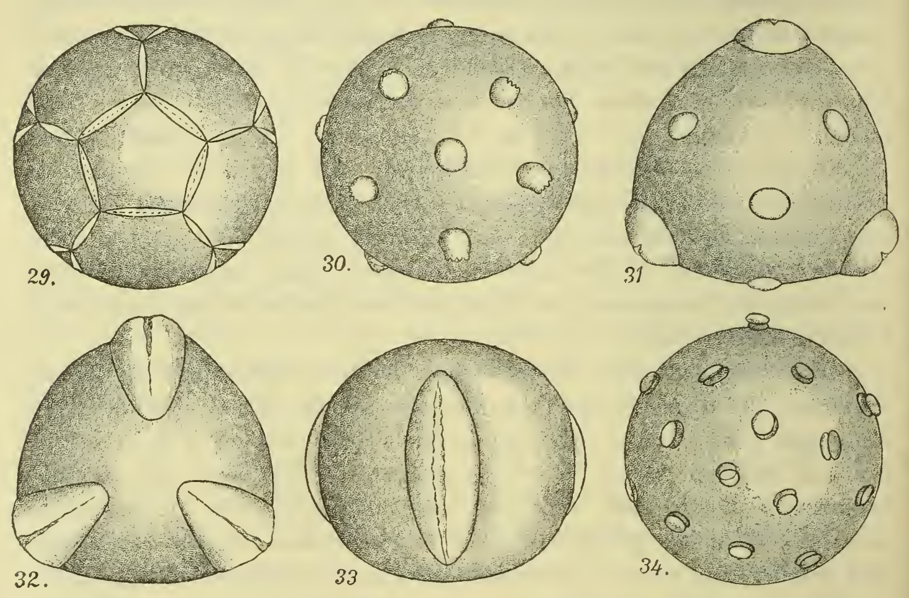


Fig. 29—34. Pollen der *Portulacoideae*. Dodekaederform und davon abgeleitete Formen. — Fig. 29. *Portulaca macrorhiza* Zipp.; Fig. 30. *Calandrinia pilosiuscula* DC.; Fig. 31. *Talinum teretifolium* Pursh; Fig. 32—33. *Calandrinia grandiflora* Hook.; Fig. 34. *Talinum nanum* Nees.

den Verlauf der Kanten des Pentagondodekaeders zeigen. Wir sehen also an unserem 12-Porenpollen die Furchen der ursprünglichen Form in der inneren Struktur noch erhalten.

Dieser 12-Porenpollen ist charakteristisch für eine größere Gruppe der Gattung *Calandrinia*, weiter für *Calandriniopsis* und *Monocosmia*, doch ist bei den beiden letzten Gattungen zu bemerken, daß zwischen normal 12-porigen Körnern nicht selten auch solche mit etwas vermehrter Porenzahl sich finden. Daß eine Vermehrung der Porenzahl durchaus nichts Ungewöhnliches ist, wird unten noch zu zeigen sein.

Endlich geht der 12-Porenpollen über *Talinum teretifolium* Pursh zur Gattung *Anacampseros* über. Aber auch hier ist er im Verlaufe der phylo-

genetischen Entwicklungsreihe nicht konstant, sondern noch mancherlei Änderungen unterworfen.

Talinum teretifolium Pursh hat noch die normale Zahl von 12 Poren im Pollen aufzuweisen, doch sind von diesen Poren einzelne so bedeutend durch ihre Größe ausgezeichnet, daß sie bestimmend auf die ganze Form des Pollenkorns einwirken. Sind 4 Poren in dieser Weise bevorzugt, so zeigt das Pollenkorn, wenn auch nur in groben Umrissen, Tetraederform. Besonders häufig ist indessen, daß 3 Poren sich durch Größe auffällig auszeichnen, ein Vorkommen, das für das Folgende von größter Bedeutung ist (Fig. 31). Zunächst innerhalb der Gattung *Calandrinia* (so bei *C. grandiflora* Hook.) finden wir nämlich Pollenkörner, die nur 3 sehr große Austrittstellen der Pollenschläuche zeigen. Es liegt hier eine Pollenform vor, die Fischer[1] als 3-Furchenpollen bezeichnet. Wie Fig. 32—33 zeigt, ist gegen diese Bezeichnung nichts einzuwenden, aber trotzdem kann ich mich nicht dem Eindruck entziehen, daß auch hier nichts anderes als eine weitere Differenzierung des letztgenannten Dodekaeder-Poren-Pollens vorliegt. Wenn dieser Pollen auch ein bedeutend abweichendes Aussehen zeigt, so müssen wir zunächst berücksichtigen, daß er innerhalb einer und derselben Gattung auftritt neben nah verwandten Spezies mit reinem Dodekaederpollen. Weiter ist zu beachten, daß die Formenkreise, bei denen diese Pollenform ausnahmslos zu finden ist — einmal *Calyptridium* und *Spraguea*, dann *Lewisia* —, beide die letzten Ausläufer der beiden von *Portulaca* herzuleitenden Entwicklungsreihen darstellen und derart fortgebildete Formen sind, daß sie auch in den übrigen Blütenmerkmalen manche sonderbare Abweichungen vom Typus zeigen, ohne daß dadurch ihre Zugehörigkeit zur Reihe in Frage gestellt würde. Dann aber spricht auch manches in der Ausbildung der Furchen für unsere Annahme. Einmal ist hervorzuheben, daß die 3 Furchen sich nicht an den Polen berühren oder auch nur nah an einander herantreten, sondern eine relativ große Fläche zwischen sich ungeteilt lassen (Fig. 32). In jugendlichen Entwicklungsstadien sind die Furchen sogar so kurz, daß sie kaum von kreisrunden Poren zu unterscheiden sind. Weiter fällt es auch am ausgebildeten Pollenkorn noch auf, daß die Enden der Furchen nicht spitz zulaufen, sondern abgerundet erscheinen. Höchstens können durch Einreißen der Exine scharfe Spitzen der Furchen entstehen. Das sind wesentliche Unterschiede gegenüber dem 3-Furchenpollen, wie er uns später bei den *Montioideae* begegnen wird. Dort laufen die Furchen bis zu den Polen durch und eine leichte Quellung des Inhalts genügt, um die ganze Exine in 3 Segmente zerfallen zu lassen, während es beim Pollen von *Lewisia* auch bei starker Quellung nicht zum Sprengen der Exine kommt.

Somit scheint es mir, wenn auch nicht erwiesen, so doch sehr wahr-

1) Fischer l. c. p. 35.

scheinlich, daß die 3 Furchen bei dem Pollen der letzten Gruppe von *Calandrinia*, weiter von *Calyptridium*, *Spraguea* und *Lewisia* nichts anderes sind, als 3 stark verlängerte Poren eines Dodekaederpollens, bei dem die übrigen Poren unterdrückt sind, was um so wahrscheinlicher ist, als die Tendenz zur Reduktion der Porenzahl bereits bei *Talinum teretifolium* Pursh festgestellt werden konnte.

Endlich muß eine letzte Umbildung der Grundform genannt werden, die in gerade entgegengesetztem Sinne erfolgt. Schon oben wurde eine gelegentliche Vermehrung der Porenzahl erwähnt. Zur Regel wird sie bei *Talinum nanum* Nees (Fig. 34). Diese auch sonst ziemlich vom Typus abweichende Art hat eine außerordentlich vermehrte Zahl von Poren aufzuweisen, die außerdem durch kleine Deckelchen geschlossen scheinen. Auch in diesem Falle ist eine direkte Zurückführung auf die Grundform des Pollens nicht mehr möglich. Immerhin machen vor allem die verwandtschaftlichen Beziehungen es wahrscheinlich, daß auch hier nur eine Abart des Dodekaederpollens vorliegt.

Konnten wir bisher jede neue Pollenform aus den Formen bei phylogenetisch älteren Gattungen herleiten, so gelingt dies nicht mehr, wenn wir einen Übergang zur zweiten Abteilung, zu den *Montioideae*, suchen. Die Ausbildung der Pollentypen im einzelnen ist zwar zuweilen ganz ähnlich wie oben, aber die Grundlage, auf welcher sich die einzelnen Umbildungen aufbauen, ist hier eine andere und für die Gruppe wieder einheitliche.

Lag oben der 12-Flächner dem Bauplan des Pollenkornes zugrunde, so ist es hier der Würfel. Beginnen wir auch hier wie oben mit den in der Gruppe ursprünglichsten Gattungen — also *Montia* und *Claytonia* —, so tritt uns hier der Würfel in ganz derselben Ausbildung entgegen wie oben das Dodekaeder. Bei *Montia fontana* L. sehen wir 12 feine Linien in der Anordnung der Kanten eines Würfels die Oberfläche des kugeligen Pollens überziehen (Fig. 35—36). Bei vielen anderen Arten, so *M. spathulata* Howell machen sie sich als elliptische Furchen bemerkbar. Weiter findet sich diese Ausbildung des Würfelpollens bei *Boussingaultia*, einer Gattung der *Baselleae*. Die weitere Umbildung des Pollens geht nun hier zunächst einen anderen Weg wie in der ersten Gruppe. Ging dort das Bestreben dahin, die Furchen zu unterdrücken und die Exine zu einem festgeschlossenen Ganzen zusammenzuschließen, das nur durch einige Poren durchbrochen war, so wird hier der Zusammenhang der einzelnen Flächen nur noch mehr gelockert dadurch, daß die elliptischen Furchen wenigstens streckenweise in einander übergehen. Zuweilen kommt es vor, daß um 2 sich gegenüberliegende Quadratflächen herum die diese begrenzenden Furchen in einander übergehen. Beim Quellen des Kornes werden dann diese Flächen abgehoben und man gewinnt den Eindruck, als ob zwei parallele Ringfurchen (Fig. 37) die Kugel umzögen. Dies Vorkommen scheint

mir indes mehr zufällig und wenig charakteristisch. Weit größere Bedeutung hat eine andere Verschmelzung der Furchen, die zur Bildung des typischen 3-Furchenpollens führt.

Hält man bei einem zunächst noch ganz normal ausgebildeten Würfelpollen zwei diametral sich gegenüberliegende Würfelecken als Pole fest (Fig. 38), so stellt sich uns der Verlauf der Furchen in folgender Weise dar: Von jedem der Eckpunkte oder Pole strahlen 3 Kanten bzw. elliptische Furchen in äquatorialer Richtung aus. Sie begegnen sich indessen nicht in den äquatorialen Regionen der Kugeloberfläche, sondern sie sind hier noch durch die 6 übrigen Würfelkanten bzw. Furchen getrennt, die dort in Zickzacklinie verlaufen. Der 3-Furchenpollen kommt nun in der Weise zustande, daß von den 6 in äquatorialer Gegend im Zickzack auf- und ablaufenden Furchen abwechselnd eine um die andere mit zwei von den Polen sich zustrebenden Furchen verschmilzt und diese zu einer von Pol zu Pol verlaufenden großen Furche vereinigt. Dies geschieht, da schon ursprünglich von jedem Pole 3 Furchen ausstrahlten, naturgemäß an 3 Stellen und führt somit zur Entstehung des 3-Furchenpollens.

Einen unzweideutigen Beweis für die Richtigkeit dieser Erklärung liefern uns die bei *Montia spathulata* Howell vorliegenden Verhältnisse. Die gewöhnliche Form des jungen Pollens ist hier die oben beschriebene normale Würfelform, bei der die Würfelkanten durch elliptische Furchen markiert sind (Fig. 35 und 38), doch lassen sich von dieser Form aus bis zum reinen 3-Furchenpollen (Fig. 40) alle gewünschten Zwischenformen unter den Pollenkörnern derselben Blüte auffinden. Unsere Fig. 39 stellt ein Pollenkorn dar, wo durch Verschmelzung bzw. Durchreißen der schmalen Trennungsstreifen erst 3 ursprüngliche Furchen zu einer großen polar verlaufenden Furche verschmolzen sind. Die übrigen ursprünglichen Furchen sind, wenn auch durch die Entstehung der großen Furche etwas in ihrer Lage verschoben, noch erhalten. Sehr bezeichnend ist auf diesem Bilde, daß die Unebenheiten, die man bei der Zusammensetzung der großen Furche aus 3 kleinen erwarten sollte, gänzlich verschwunden sind. Die Elastizität der Exine ist hier eine so große, daß sie sofort ausgeglichen werden. Das einzige Merkmal, womit die große Furche noch ihre Entstehung verrät, ist die sigmoidische Krümmung, welche durch die jedesmal wechselnde Richtung der Einzelfurchen bedingt ist.

Von größter Bedeutung ist es nun, daß dieses letztere Merkmal zuweilen auch bei solchen Spezies noch zu finden ist, bei denen nur noch der bereits typisch ausgebildete 3-Furchenpollen vorliegt. Bei *Claytonia perfoliata* Don sind solche bogig verlaufenden Furchen noch sehr häufig. Dies ist auch bereits Fischer[1]) bei seinen Pollenuntersuchungen aufgefallen; er führt die Tatsache an ebenso wie das bereits oben erwähnte Vorkommen

1) Fischer l. c. p. 34—35.

zweier paralleler Ringfalten bei sonst 3-furchigen Pollen, ohne indessen eine Erklärung dafür zu haben, betont aber, daß keine andere Pollenform in dem Maße Abweichungen und Unregelmäßigkeiten zeigt, wie gerade der 3-Furchenpollen. Angesichts der verschiedenen Entstehungsmöglichkeiten des 3-Furchenpollens — ich erinnere nur an den hiervon grundverschiedenen 3-Furchenpollen von *Lewisia* — muß uns die Variabilität dieser Pollenform nur natürlich erscheinen.

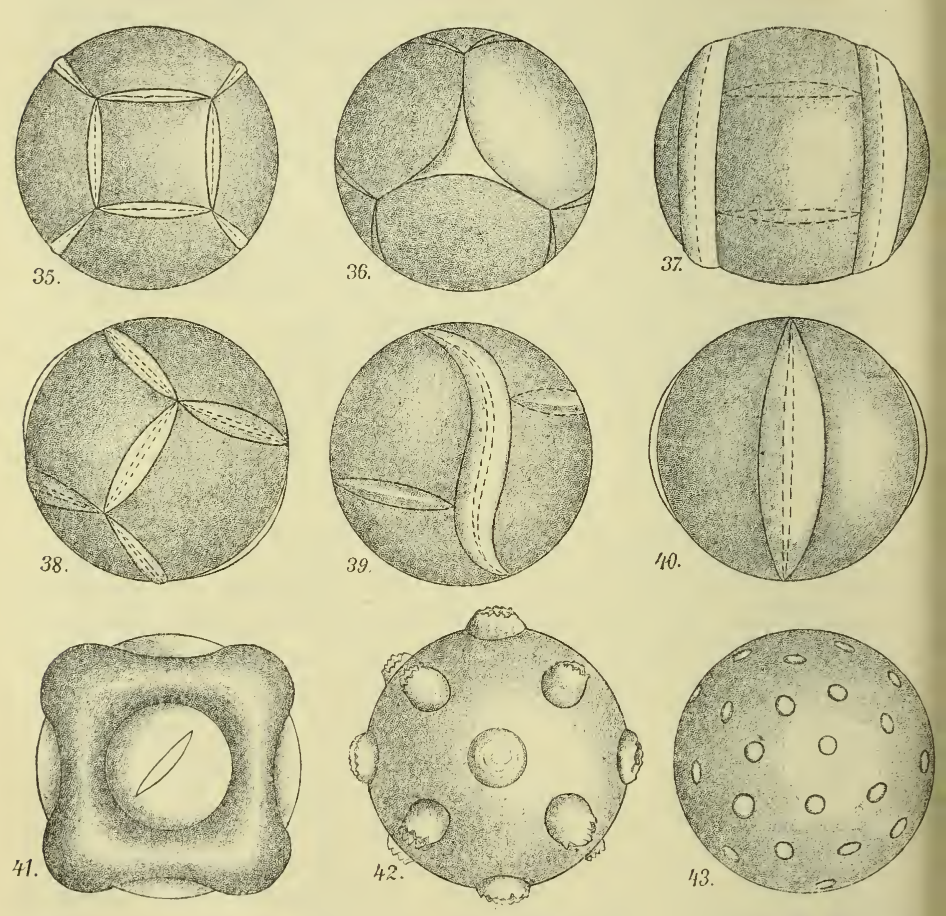


Fig. 35—43. Pollen der *Montioideae*. Würfelform und davon abzuleitende Formen. Fig. 35—40. *Montia spathulata* Howell; Fig. 38—40. Übergang des Würfelpollens zum 3-Furchen-Pollen; Fig. 41. *Basella rubra* L.; Fig. 42. *Montia linearis* Greene; Fig. 43 *Anredera*.

Charakteristisch ist der 3-Furchenpollen für eine große Zahl von *Claytonia*-Arten, außerdem zeigen ihn die Gattungen *Wangerinia* sowie *Portulacaria*. Für die Anordnung der beiden letzten Gattungen im System ist mir gerade die Pollenform ein sicherer Wegweiser gewesen.

Der bei den *Portulacoideae* durchaus vorherrschende Porenpollen

kommt bei den *Montioideae* nur äußerst selten zur Ausbildung. Unter den eigentlichen *Monticae* habe ich nur eine einzige Spezies (*Montia linearis* Greene) mit Porenpollen gefunden (Fig. 42). Die Zahl der sehr großen Poren beträgt hier 14. Ihre Anordnung ist eine solche, daß die Würfelform als Grundlage im Aufbau des Pollenkorns nicht zu verkennen ist. Die Poren sind nämlich in der Weise verteilt, daß 8 von ihnen die Ecken eines (der Kugel eingeschriebenen) Würfels markieren. Die übrigen 6 liegen in der Mitte je einer der durch die 8 Ecken festgelegten 6 Würfelflächen.

Eine zweite Art des Porenpollens liegt bei *Basella rubra* L. vor (Fig. 41). Hier hat das Korn eine Würfelform mit fast geraden Flächen und ist nicht — wie gewöhnlich — der Kugelform genähert. In der Mitte von jeder der 6 Würfelflächen liegt eine große kreisrunde Pore, die aber nach Angaben von Fritzsche[1]) und Fischer[2]) selbst noch nicht die Austrittsstelle des Pollenschlauches darstellt, sondern diese erst als länglichen diagonal gestellten Spalt trägt.

Bei *Anredera* (Fig. 43) kommt endlich eine letzte Art von Porenpollen vor, deren Zurückführung auf den Würfelpollen nicht mehr möglich ist. Hier sind die Poren derart vermehrt, daß weder ihre Zahl noch Anordnung sicher festzustellen ist. Es liegt indessen keinerlei Grund vor, hier eine neue Pollenform als zugrunde liegend anzunehmen, da sich *Anredera* nach sonstigen Blütenmerkmalen aufs engste an *Basella* anschließt.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß bei den Portulacaceen, wie bereits erwähnt, ein typischer Unterschied zwischen Porenpollen und Furchenpollen nicht zu machen ist, sondern daß der durch Zahl und Anordnung dieser Elemente gegebene Grundplan im Aufbau des Pollenkorns für größere Formenkreise charakteristisch ist. Es wird sich empfehlen, von diesem Gesichtspunkte aus die Differenzen in der Pollenausbildung, welche bei anderen Familien, z. B. den Phytolaccaceen (*Schindleria*) und insbesondere innerhalb der Gattung *Polygonum* vorkommen, einer Nachprüfung zu unterziehen.

e. Frucht.

Die Frucht der Portulacaceen ist im Normaltypus eine Kapselfrucht. Die Kapselwandung zeigt in ihrer Anatomie mancherlei Verschiedenheiten, die von Weberbauer[3]) genauer festgestellt sind. Er legt besonders Gewicht auf die Verteilung und Gestalt der der mechanischen Festigung dienenden derbwandigen Zellelemente, die im oberen Teil der Karpelle regelmäßig zu finden sind. Sie sind in ihrem Vorkommen auf die äußerste oder auf mehrere äußere Schichten beschränkt und geben hierin nach Weberbauer

---

1) Fritzsche, Über den Pollen. Abb. Taf. VI. Fig. 6—8.

2) Fischer l. c. p. 27.

3) Weberbauer, Beiträge zur Anatomie der Kapselfrüchte, in: Bot. Zentralblatt 1898 p. 54.

einen Hinweis auf die Caryophyllaceen, die z. B. bei *Spergula* ähnliche Verhältnisse zeigen. Für die Systematik sind die einzelnen Merkmale kaum zu verwerten, da sie meist über alle Gattungen gleichmäßig verteilt sind. Die Form der verholzten Zellelemente ist gewöhnlich eine unregelmäßig langgestreckte. Durch radiale isodiametrische Zellen zeichnet sich *Talinum* aus. Als ein hiermit parallel gehendes auch makroskopisch sichtbares Merkmal kann ich hinzufügen, daß, während bei den übrigen Portulacaceen die Karpelle eine pergamentartige Konsistenz behalten, die Karpelle von *Talinum* spröde und brüchig sind. Nur bei *T. nanum* Nees ist die Verholzung eine so weitgehende, daß die Kapsel mechanischen Einwirkungen in weitgehendstem Maße zu widerstehen vermag. Durch in der Längsrichtung verlaufende leistenförmige Wandverdickungen sind die Gattungen *Claytonia* und *Montia* ausgezeichnet. Hiermit in Beziehung steht jedenfalls der gerade bei diesen Gattungen vorkommende Schleudermechanismus, der es der Pflanze gestattet, den Samen bis zu 2 m weit zu schleudern. Bekannt[1]) und vielfach beschrieben ist diese Vorrichtung für *Montia rivularis* L. Sie findet sich indessen auch bei einzelnen *Claytonia*-Arten, so z. B. *C. perfoliata* Don.

Eine besondere Modifikation erfährt die Kapselfrucht bei *Basella*. Hier wird der einsamige Fruchtknoten geradezu steinfruchtartig dadurch, daß die Karpelle sehr stark verholzen und auch bei der Fruchtreife geschlossen bleiben. Das Fruchtfleisch wird durch die nach der Blütezeit mächtig anschwellende Blüten- und Hochblatt-(Kelch-)Hülle gebildet.

Die Kapselöffnung erfolgt, wie oben schon angedeutet, gewöhnlich loculicid. Mit umschnittenem Deckel öffnen sich *Portulaca* und *Lewisia*. Eine gleichfalls mit kreisförmigem horizontalem, aber unregelmäßigem Riß erfolgende Ablösung der Kapselkappe ist bei *Silvaea* beobachtet worden.

Über den für die Systematik so außerordentlich wesentlichen Ansatz des Fruchtknotens ist bereits oben ausführlich gesprochen. Hier seien über seine Ausbildung im Innern noch einige Ergänzungen angeführt.

Die zentrale Plazenta führt im jungen Stadium der Fruchtbildung bis zur oberen Kapselwandung durch. Erst bei beginnender Samenreife schrumpft sie und schwindet dann zuweilen ganz.

In der ersten Gruppe, bei den *Portulacoideae*, stellt sie wenigstens vor der Fruchtreife gewöhnlich eine ziemlich massive Mittelsäule dar. Sie ist von vielen Gefäßen durchzogen, die in die Funikuli der hier meist sehr zahlreichen Samenanlagen auslaufen. Gliedern sich die Samenanlagen mit nur kurzem Funikulus von der Mittelsäule ab, so erscheinen sie in Reihen, die in ihrer Anzahl die Zahl der Karpelle ums Doppelte übertreffen.

Bei *Portulaca* und *Lewisia* ist die Zentralplazenta in Teilstücke gespalten, deren Zahl der Zahl der Karpelle entspricht. Jeder Einzelstrang

1) URBAN in Jahrbücher des Berliner bot. Gartens VI. p. 256.

trägt eine doppelte Reihe Ovula. Dieses sonst bei keiner anderen Gattung vorkommende Verhalten ist im Verein mit der gleichen Art der Kapselöffnung ein klarer Hinweis auf die nahe Verwandtschaft der beiden Gattungen *Portulaca* und *Lewisia*.

Bei der zweiten Gruppe, den *Montioideae*, ist die zentrale Plazenta gewöhnlich nur noch als ein feiner Gewebstrang zu erkennen, der keine Gefäßelemente führt. Die Ovula haben hier nicht, wie bei den *Portulacoideae*, ihren Ursprung aus dieser Zentralplazenta, sondern entspringen stets an ihrer Basis dem Boden des Ovars. Dies Verhalten ist außerordentlich charakteristisch und liefert neben der Zahl der Ovula, dem Ansatz des Fruchtknotens und endlich der Pollengestaltung einen weiteren Beweis dafür, daß die beiden Gruppen *Portulacoideae* und *Montioideae* relativ weit von einander abstehen.

f. Same und Embryo.

Auch die Ausbildung des Samens im einzelnen hat man für die Systematik zu verwerten gesucht und eingehenden Untersuchungen unterzogen, doch liegen hier ziemlich gleichmäßige Verhältnisse vor. Wo Unterschiede vorhanden sind, sind sie gewöhnlich nur für Spezies charakteristisch. Der Same zeigt im allgemeinen rundliche bis nierenförmige Gestalt. Zuweilen (so bei *Talinum nanum* L., *Montia Chamissonis* Ledeb.) ist er mit einer Strophiola versehen. Die Samenschale[1]) hat eine netzartige Struktur, ist glänzend bis stark runzlig. Der Embryo umschließt kreisförmig das Nährgewebe und hat nur bei den abnorm umgebildeten fast geflügelten Samen von *Anacampseros* und *Portulacaria* eine gestrecktere Lage. Die Keimung[2]) sowie die Ausbildung der Kotyledonen[3]) zeigt zwar physiologisch außerordentlich interessante Verhältnisse, kann aber für die Systematik nicht herangezogen werden.

g. Pistill.

Auch das Pistill ist bei den Portulacaceen ziemlich einheitlich gebaut und bietet für die Systematik keine Anhaltspunkte. Der mehr oder weniger lange Stempel trägt eine der Karpellzahl entsprechende Anzahl Narben (also gewöhnlich 3) in karinaler Stellung. Ihre Innenseite ist reichlich mit Papillen ausgekleidet.

II. Anatomie der Portulacaceen.

Eine eingehende anatomische Untersuchung haben die Portulacaceen vor kurzem durch Becker[4]) erfahren. Auf Grund eigener Nachunter-

1) Lohde, Über die Samenschale der Gattung *Portulaca*, in Bot. Ztg. 33, p. 182.

2) Klebs, Beiträge zur Morphologie und Biologie der Keimung, in: Unters. aus dem bot. Inst. Tübingen I. 11, p. 540, 542, 595.

3) Brandegee, Studies in *Portulacaceae*, in: Proceed. Calif. Acad. sciences 1894, p. 86—91.

4) Becker, Beitrag zur vergl. Anatomie der Portulacaceen. Dissert. Erlangen 1895.

suchungen an noch umfangreicherem Material kann ich BECKERS Angaben (abgesehen von kleinen Irrtümern in der Nomenklatur der Spezies) im allgemeinen bestätigen. Doch bin ich in der Lage, einige für die Systematik der Familie nicht unwesentliche Beobachtungen ergänzend anzufügen.

Wenn BECKER[1]) am Schlusse seiner Untersuchungen zu dem Resultat kommt, daß eine Einteilung der Familie in natürliche Gruppen auf anatomischer Grundlage nicht möglich sei, so kann ich ihm auch darin nur beistimmen. Die anatomischen Befunde sind indessen sehr wohl geeignet, die auf blütenmorphologischer Grundlage oben gefundene natürliche Einteilung der Familie in ganzem Umfange zu bestätigen.

1. Stengelanatomie.

Das wesentlichste systematische Merkmal ist bei den Portulacaceen die Ausbildung der Gefäßbündel und Festigungselemente im Stengel. Hier liegen Verhältnisse vor, die bei den beiden Gruppen *Portulacoideae* und *Montioideae* wesentlich verschieden und auch einigermaßen konstant sind. Ist im ersteren Falle bei den *Portulacoideae* eine durch einen Sklerenchymring vermittelte Zusammenfassung des Gefäßbündelsystems zu einem der Peripherie ziemlich nahe liegenden fest geschlossenen Zylinder charakteristisch, so ist die zweite Gruppe, die der *Montioideae*, durch mehr zentral angeordnete, isoliert bleibende Gefäßbündel ausgezeichnet. Auch sind die Gefäßbündel der *Montioideae* durch ihre wenigen, aber äußerst weitlumigen Gefäße von den aus kleinen, aber zahlreichen Gefäßen gebildeten Gefäßbündeln der *Portulacoideae* wesentlich unterschieden.

Bei dieser Gegenüberstellung muß allerdings bei den *Portulacoideae* die Gattung *Portulaca* von vornherein ausgeschieden werden, denn bei dieser schon oben als ursprünglich erkannten Gattung liegen noch sehr schwankende und wenig differenzierte Verhältnisse vor.

Ganz abweichend von dem später in der Gruppe dominierenden Typus finden wir z. B. bei *Portulaca quadrifida* L. einen Stengelquerschnitt, der durch seine aus wenigen großen Gefäßen gebildeten und weit nach innen geschobenen Gefäßbündel, sowie das gänzliche Fehlen aller Festigungselemente durchaus an *Claytonia* und *Montia* erinnert. Hier liegt allem Anschein nach eine Form vor, die sich in einer dem allgemeinen Entwicklungsgang gerade entgegengesetzten Richtung differenziert hat, was auch durch blütenmorphologische Tatsachen nahe gelegt wird. Weitere Untersuchungen werden lehren müssen, ob *Portulaca quadrifida* L. im System am richtigen Platze steht oder vielleicht den Typus einer besonderen Gattung darstellt. Außerdem wird zu erwägen sein, ob sich an dieser Stelle vielleicht eine Brücke zu den *Montioideae* finden ließe, worauf die anatomischen Befunde wenigstens hinzuweisen scheinen. Wenn überhaupt

---

1) BECKER l. c. p. 38.

bei den *Portulacoideae*, dann wäre der Anschluß der *Montioideae* hier zu suchen.

Auch bei *Portulaca oleracea* L. bleiben die einzelnen Gefäßbündel noch isoliert, doch sind ihnen bereits Festigungselemente in Gestalt einzelner Gruppen verholzter Bastfasern vorgelagert.

Ein Zusammenhang der Gefäßbündel ist bei den meisten übrigen Spezies von *Portulaca* zu finden. Ich nenne nur die bekanntesten *P. grandiflora* Hook. und *P. pilosa* L. Hier kommt ein intrakambialer Festigungsring zustande. Er besteht aus stark verholzten, einfach getüpfelten Prosenchymzellen, die nach Beckers[1]) Angabe durch sekundären Zuwachs zwischen Kambium und Holzteil der Gefäßbündel entstehen.

In den übrigen Gattungen der *Portulacoideae* ist ein solcher intrakambialer Festigungsring zwar nicht selten, doch ist er für die Gesamtheit dieser Gattungen nicht charakteristisch. Dies ist vielmehr ein extrakambialer Festigungsring, der nicht, wie bei *Portulaca grandiflora* Hook., zwischen Holz und Bast angelegt wird, sondern vielmehr außen dem Phloem aufliegt und aus Sklerenchymfasern gebildet wird.

Auch dies gilt nur mit einer allerdings fast selbstverständlichen Einschränkung. Es fehlt der Festigungsring im Stengel nämlich da, wo die Pflanze auf Biegungsfestigkeit nicht in Anspruch genommen wird, also mit anderen Worten da, wo er überflüssig ist. Dies ist der Fall bei rhizomartigen Ausläufern mancher *Calandrinia*-Arten (*C. denticulata* Gill., *Calandriniopsis montana* [Phil.] Franz), die dem Boden flach aufliegen und höchstens auf Zugfestigkeit beansprucht werden können. Sie zeigen demnach auch ein Zusammenrücken der Gefäßbündel nach dem Innern des Stengels. Der Festigungsring schwindet dabei gänzlich oder bleibt in einzelne Zellgruppen aufgelöst nur teilweise erhalten.

Ganz ähnlich ist bei *Talinum teretifolium* Pursh. und der Gattung *Anacampseros* die anatomische Struktur des kurzen, fleischigen, oft liegenden unteren Stengelteils, das sich kaum über die Erde erhebt und dicht gedrängt die Blätter oder Blattrosetten trägt. Das äußere auf die Rinde folgende parenchymatische Gewebe ist mächtig entwickelt. Die Gefäßbündel haben dementsprechend eine mehr zentrale Lage und sind durch ziemlich breite Markstrahlen getrennt. Die einzelnen Gefäßelemente zeigen unter sich einen nur lockeren Zusammenhang. Außerdem kommen im Mark, wie schon Becker[2]) und Solereder[3]) gezeigt haben, auffallende weitlumige Tracheiden vor, die bis an die Gefäßbündel heran vordringen, ohne aber mit ihnen in genetischem Zusammenhang zu stehen. Hierdurch vor allem

---

1) Becker l. c. p. 9.

2) Becker l. c. p. 20—21.

3) Solereder, Systematische Anatomie der Dikotyledone, p. 127—128 und p. 749—750.

ist die Deutung des mikroskopischen Bildes öfters eine schwierige, da die Verhältnisse dem äußeren Anschein nach lebhaft an einen Wurzelquerschnitt erinnern.

Abgesehen von diesen Spezialfällen, ist bei allen aufrecht wachsenden Stengelteilen, insbesondere in allen Blütenschäften, ein dem Phloem außen anliegender Festigungsring ausnahmslos vorhanden. Er ist charakteristisch für sämtliche Gattungen der *Portulacoideae* mit einziger Ausnahme der oben besonders behandelten Gattung *Portulaca*. Seine Ausbildung im einzelnen weist mancherlei Verschiedenheiten auf, die von Reiche[1]) bei der Gattung *Calandrinia* volle Berücksichtigung gefunden haben.

Als Gattungsmerkmal kann noch die Gestalt der Gefäßbündel dienen. Während bei *Calandrinia* und *Talinum* die Gefäßbündel keilförmige Gestalt haben und bei *Talinum teretifolium* Pursh und *Anacampseros* sogar in radialer Richtung gestreckt sind, zeigen sie bei den *Calyptridiinae*, also bei den Gattungen *Calandriniopsis*, *Monocosmia*, *Calyptridium* und *Spraguea* die Tendenz, in die Breite zu wachsen und vielfach sogar die Markstrahlen zu überbrücken.

In Analogie mit der Verteilung der Festigungselemente bei den übrigen *Portulacoideae* ist jetzt auch die anatomische Verschiedenheit im Blütenschaft von *Lewisia* verständlich. Der Schaft bis zum ersten Hochblatt bezw. Tragblattkranz, also bis zum Beginn der eigentlichen Inflorescenz, läßt Festigungselemente gänzlich vermissen, wie wir das auch bei der nächstverwandten Gattung *Portulaca* kennen gelernt haben; der eigentliche Blütenstiel oberhalb der Tragblätter aber zeigt, wie alle übrigen *Portulacoideae*, den auch gerade für den Blütenschaft so charakteristischen extrakambialen Festigungsring, der allerdings hier bei der außerordentlichen Kürze des Blütenstieles keine besonders starke Entwicklung zeigt.

Im Gegensatz zu den bisher behandelten *Portulacoideae* ist die Stengelstruktur der *Montioideae* eine gänzlich verschiedene.

Am klarsten liegt der Unterschied in der Gattung *Claytonia* zutage. Bei *C. perfoliata* Don sind 4 Gefäßbündel vorhanden und zwar 2 große und 2 kleine, die mit einander abwechseln. Die einzelnen Gefäßbündel sind dabei in weiches Parenchym eingebettet und bleiben so vollständig isoliert. Erhebliche Differenzen in der Größe der Gefäßbündel sind auch in den übrigen Gattungen der Gruppe sehr charakteristisch. Bei der Gattung *Montia* sowie bei *Claytonia australasica* J. Hook. führt dies dazu, daß man überhaupt nicht eigentliche Gefäßbündel unterscheiden kann, sondern man findet mehr oder weniger große Gruppen von sehr weitlumigen Gefäßen um einen ganz dünnen Markzylinder gruppiert. *C. australasica* J. Hook. bietet auch in anderer Beziehung noch ein merkwürdiges Querschnittsbild des Stengels. Die Gefäßbündel sind sehr stark nach der

1) Reiche l. c.

Mitte konzentriert und umschlossen von einem mächtigen Rindengewebe aus parenchymatischen, in radiären Reihen geordneten Zellen, die weite Interzellularräume zwischen sich frei lassen. Es ist dies der einzige Fall in der Familie, wo ich derartig ausgebildete Lufträume im Stengel gefunden habe.

Die Gattung *Portulacaria* zeichnet sich dadurch aus, daß den einzelnen Gefäßbündeln Gruppen stark verholzter Bastfasern vorgelagert sind. Doch bleiben diese, ebenso wie die primären Gefäßbündel selbst, durch Grundgewebe streng isoliert. Auch in dem älteren mehrjährigen Holz von *Portulacaria* werden diese Grundgewebestrahlen nicht durch Holz oder Festigungselemente überbrückt, woher denn auch das ältere Holz gewöhnlich stark zerklüftet erscheint.

Die *Baselleae* zeigen besonders weitlumige Gefäße, die, wie bei allen *Montioideae*, auf verschieden große Gefäßbündel verteilt sind, doch tritt hier noch ein neues Charakteristikum hinzu in Gestalt eines meist geschlossenen, äußeren Festigungsringes. Hiermit nähert sich die Stammstruktur zweifellos dem für die *Portulacoideae* beschriebenen Typus, doch besteht ein wesentlicher Unterschied gegen diese darin, daß die Gefäßbündel bei den *Baselleae* nicht, wie es dort der Fall ist, durch den Festigungsring mit zu einem einheitlichen Ringe zusammengeschlossen werden, sondern daß sie innerhalb des mehr oder weniger stark entwickelten Festigungsringes in parenchymatischem Gewebe isoliert bleiben.

Die dauernde Trennung der Gefäßbündel ist also ein für alle *Montioideae* charakteristisches Merkmal.

Neben den Holzelementen erfordert das Phloem noch besondere Behandlung, besonders in Rücksicht auf die *Baselleae*. Jene Familie verdankte ihre bisher gänzlich isolierte Stellung innerhalb der Centrospermen nicht zum wenigsten einer anatomischen Besonderheit in der Ausbildung des Phloems. Morot[1]) hatte nämlich für die Basellaceen das Vorhandensein von intraxylärem Phloem (bikollateralen Gefäßbündeln) nachgewiesen, was sonst bei den Centrospermen nirgends bekannt war. Dies unvermittelte Auftreten eines so wesentlichen systematischen Merkmals mußte um so auffälliger erscheinen, als schon Eichler und später Volkens und Engler auf Grund blütenmorphologischer Befunde auf die nahe Verwandtschaft der Basellaceen zu den Portulacaceen hingewiesen hatten. Ich sah mich dadurch veranlaßt, die Ausbildung des Phloems bei den Portulacaceen einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen, und tatsächlich konnte ich auch hier intraxyläres Phloem nachweisen. Ausnahmslos ist es vorhanden in der Gruppe der *Montioideae*, der ja auch *Basella* anzuschließen ist. Bei *Claytonia perfoliata* Don erreicht es sogar eine solche Mächtigkeit,

---

1) Morot, Notes sur l'anatom. des Basellacées, in Bull. d. l. soc. bot. de France 1884, p. 104—107.

daß es dem äußeren Phloem kaum nachsteht. Bei der anderen Gruppe, den *Portulacoideae*, fehlt das intraxyläre Phloem bei einer großen Anzahl von Spezies zweifellos, bei anderen indessen, so vor allem bei der auch sonst anatomisch merkwürdigen und durch ihre Stengelstruktur an *Claytonia* erinnernden *Portulaca quadrifida* L. muß ich das Vorhandensein von intraxylärem Phloem zum mindesten als wahrscheinlich bezeichnen.

Es ist seltsam, daß dieses Vorkommen von intraxylärem Phloem bisher unbekannt bleiben konnte, um so mehr, als bereits SOLEREDER[1]) bei *Portulacaria* die Ähnlichkeit des sich an der Markgrenze reichlich findenden Gewebes mit Phloem aufgefallen war. Die Deutung dieses Gewebes hängt selbstverständlich von der Auffindung der Siebröhren in demselben ab, und ich muß betonen, daß ich diese Organe in charakteristischer Ausbildung nur bei *Claytonia* und insbesondere bei *C. perfoliata* Don habe wirklich nachweisen können. Im übrigen tragen die intraxylären Phloeme der Portulacaceen wesentlich den Charakter der Geleitzellen bezw. des Phloemprosenchyms, so daß im allgemeinen die Bestimmung dieses Gewebes als Phloem nicht möglich ist. Sie wird aber unzweifelhaft dadurch, daß ich bei den oben genannten Arten Siebröhren aufgefunden habe. Die gleichartigen, aber siebröhrenlosen Gewebe bei den übrigen *Montioideae* sind demnach gleichfalls als intraxyläres Phloem anzusprechen.

2. Blattanatomie.

Von geringerer Bedeutung für die Systematik ist die anatomische Struktur des Blattes bei den Portulacaceen.

Entsprechend dem xerophilen, sukkulenten Charakter der allermeisten Portulacaceen ist das Blatt häufig in den Dienst der Wasserspeicherung gestellt und zeigt dementsprechend auch gewöhnlich sukkulenten Typus. Eine ergiebige Speicherung und ein zähes Festhalten des Wassers wird durch reichlich vorhandene große, kugelige Schleimzellen ermöglicht, die nur bei den an feuchte Standorte angepaßten Gattungen *Claytonia* und *Montia* fehlen. Der Bau des Blattes zeigt gewöhnlich eine ganz gleiche Ausbildung der Ober- und Unterseite. BECKER[2]) bezeichnet ihn im Anschluß an DE BARY[3]) als homogen zentrisch. Eigentliche Palisadenzellen finden sich nirgends. Ersetzt sind sie zuweilen durch eine Schicht etwas langgestreckter, chlorophyllhaltiger Zellen unter der Epidermis. Sonst findet sich das Chlorophyllgewebe im Mesophyll verteilt, öfter auch, so bei *Portulaca oleracea* L., um die Gefäßbündel zu Scheiden angeordnet.

Reichlich findet sich überall oxalsaurer Kalk mit Ausnahme der auch die Schleimzellen entbehrenden Gattungen *Claytonia* und *Montia*. Überall erscheint der oxalsaure Kalk in Form von Drusen. Diese werden durch

1) SOLEREDER, Über den system. Wert der Holzstruktur bei Dikotyledonen, p. 74.

2) BECKER l. c. p. 34.

3) DE BARY, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane p. 71.

Kristallsand ersetzt bei einigen *Calandrinia*-Arten, z. B. *C. compressa* Schrad. Kristallsand neben Drusen findet sich bei *Monocosmia*. Einzelkristalle von Kalkoxalat neben Drusen habe ich beobachtet bei *Anacampseros*, *Calandrinia*, *Spraguea* und *Basella*.

Das Merkmal des oxalsauren Kalkes hat demnach keine besondere systematische Bedeutung.

Erwähnt werden muß noch das Vorkommen von phosphorsaurem Kalk bei *Basella rubra* L. Bei der lebenden Pflanze findet er sich zwar nur in gelöster Form vor, doch scheidet er sich beim Einlegen der Pflanze in Alkohol in prächtigen Sphärokristallen ab, die in Wasser wieder langsam gelöst werden können.

Bei den Spaltöffnungen, die sich regelmäßig auf Ober- und Unterseite des Blattes finden, unterscheidet Becker[1]) 3 Typen auf Grund der Ausbildung der Nebenzellen. Er unterscheidet: Spaltöffnungen von 2 Nebenzellen umfaßt (also reiner Rubiaceentypus); Spaltöffnungen von 4 Nebenzellen umfaßt und Spaltöffnungen von 2 Nebenzellen seitlich begrenzt. Die Typen stehen sich ziemlich nahe und zeigen auch manche Übergangsstufen. Innerhalb der einzelnen Gattungen sind sie ziemlich konstant: 2 umfassende Nebenzellen sind zu finden bei den Gattungen *Portulaca*, *Talinum*, *Anacampseros*, *Portulacaria* und den *Baselleae*; 4 umfassende Nebenzellen finden sich — neben den anderen Typen — nur in der Gattung *Calandrinia*. 2 seitlich begrenzende Nebenzellen zeigen sämtliche *Calyptridiinae* und die Gattungen *Lewisia* und *Claytonia*. Bei vielen Spezies der letzteren Gattung sind allerdings die Nebenzellen nur noch wenig von dem angrenzenden Gewebe zu unterscheiden. Zuweilen verlieren sie sich auch ganz, wie es bei *Montia* zur Regel wird.

Endlich ist die Haarbildung noch anatomisch von Interesse. Sie ist bereits bei Becker[2]) und Solereder[3]) eingehend dargestellt worden, bedarf daher hier keiner ausführlicheren Behandlung. Behaarung ist besonders häufig bei den *Portulacoideae*. Durch einzellige Haare ist die Gattung *Calandrinia* ausgezeichnet. Papillenartige Ausbildung der Epidermiszellen findet sich bei *Talinum* und *Spraguea*. Aus mehreren gleichmäßig an einander schließenden Zellreihen sind die Haare einiger *Portulaca*-Arten (*P. pilosa* L., *quadrifida* L.) sowie bei *Anacampseros lanigera* Burch. gebildet. Durch sehr merkwürdige Haargebilde ist die Gattung *Calandriniopsis* ausgezeichnet. Diese bestehen aus Bündeln mehr oder weniger langer, fester Zellelemente. Dadurch, daß im Verlaufe des Haares eine Zellfaser nach der anderen frei endet, verjüngt sich das Haar allmählich und endet schließlich mit einfacher Spitze. Die mehr oder weniger stark nach außen ge-

---

1) Becker l. c. p. 35.

2) Becker l. c. p. 34.

3) Solereder, Systematische Anatomie p. 128.

bogenen Spitzen der einzelnen Fasern geben dem ganzen Haargebilde zuweilen ein fiederartiges Aussehen.

Bei den *Montioideae* fehlt dagegen die Behaarung gänzlich. Die einzige Ausnahme bildet die Gattung *Wangerinia*. Hier ist die ganze Pflanze sehr stark und dicht behaart. Das einzelne Haar stellt eine einfache Zellreihe dar, die in einer Spitze ausläuft.

Schluß.

Mit der Darstellung der Blütenmorphologie und Anatomie der Portulacaceen sind die für die Systematik wesentlich in Frage kommenden Gesichtspunkte erschöpft.

Nach der zuerst behandelten Morphologie der Portulacaceen kann ich mich der Paxschen Ansicht[1]), daß eine natürliche Einteilung der Familie nicht möglich sei, nicht anschließen. Die ganze Familie stellt sich uns dar als zusammengesetzt aus zwei scharf gesonderten Gattungsgruppen, deren jede für sich einen geschlossen phylogenetischen Entwicklungskomplex bildet, deren Zusammenhang unter sich aber nicht vollkommen sichergestellt ist.

Ich definiere die natürlichen Gruppen in folgendem Schlüssel:

I. Pollen Dodekaederform oder davon abzuleitende Formen; Fruchtknoten mit breiter Basis aufsitzend; Ovula viele an einer Mittelsäule (mit einziger Ausnahme von *Monocosmia*); Gefäßbündel mit den Festigungselementen einen geschlossenen Kreis bildend (mit Ausnahme von *Portulaca*): *Porlulacoideae*.
  - A. Karpelle mehr als 3. *Portulacineae*.
    1. Hochblattinvolukrum aus 2 Blättern gebildet; Blüten im Blütenstande viele. *Portulacinae* (*Portulaca*).
    2. Hochblattinvolukrum durch mehrere spiralige Blätter eingeleitet, Blüten einzeln. *Lewisiinae* (*Lewisia*, *Grahamia*).
  - B. Karpelle höchstens 3. *Calandrinieae*.
    1. Mikropyle nach außen gerichtet: *Calandriniinae* (*Calandrinia*, *Talinum*, *Talinopsis*, *Anacampseros*).
    2. Mikropyle nach innen gerichtet: *Calyptridiinae*.
       - a. Pollen mit 12 Poren (*Monocosmia*, *Calandriniopsis*).
       - b. Pollen mit 3 Furchen (*Calyptridium*, *Spraguea*).

II. Pollen Würfelform oder davon abgeleitete Formen; Fruchtknoten in den Grund verschmälert bis gestielt: Ovula höchstens 6; Gefäßbündel isoliert bleibend, bikollateral: *Montioideae*.
  - A. Ovula 3—6. Kalkoxalat und Schleimzellen fehlen: *Montieae* (*Montia*, *Claytonia*, *Wangerinia*).
  - B. Ovulum 1. Kalkoxalat und Schleimzellen vorhanden: *Baselleae* (*Portulacaria*, *Basella*, *Tournonia*, *Ullucus*, *Boussingaultia*, *Anredera*).

1) Pax l. c. p. 56.

Als letzte Frage bliebe noch der Anschluß der Portulacaceen innerhalb der Centrospermen zu erörtern.

Schon Pax[1]) spricht die Vermutung aus, daß die Portulacaceen von den Aizoaceen herzuleiten seien. Auch mir scheint dieser Anschluß besonders viel Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. Im besonderen wäre ein Anschluß bei der sehr formenreichen Gattung *Sesuvium* oder deren nächsten Verwandten denkbar. Der Hauptunterschied zwischen *Sesuvium* und *Portulaca* — denn diese Gattung kommt als die ursprünglichste der Portulacaceen hier in erster Linie in Betracht — ist, daß *Sesuvium* einen gefächerten Fruchtknoten zeigt gegenüber dem ungefächerten von *Portulaca*. Dies kann aber für die Ableitung der Portulacaceen von den Aizoaceen kein Hindernisgrund sein, da wir ja, wie oben schon angedeutet, die Formenkreise mit ungefächertem Fruchtknoten notwendigerweise von solchen mit gefächertem abzuleiten haben. Die letzten Reste einer Fächerung sind im übrigen ja auch bei *Portulaca* noch als vorstehende Rippen an der Basis der Zentralplazenten zu beobachten. Ganz gleichartig ist dagegen die Ausbildung des Fruchtknotens. In beiden Fällen ist er halbunterständig und öffnet sich mit umschriebenem Deckel.

Auch im Vergleich mit anderen Anschlußmöglichkeiten ist die Ableitung von den Aizoaceen die weitaus wahrscheinlichste. Mit den Phytolacaceen können die Portulacaceen direkt nichts zu tun haben, weil, abgesehen von der Fächerung des Fruchtknotens, jedes Karpell nur ein einziges Ovulum führt, während der Typus der Portulacaceen-Blüte (ich sehe hier von den letzten fortgebildetsten Gattungen der *Montioideae* ab —) mehrovulate Karpelle zeigt. Dazu ist der Aufbau der Pflanzen, speziell der Blütenstände, ein vollkommen verschiedener. In Anbetracht des streng dichasialen oder doch aus Dichasien abzuleitenden sympodialen Aufbaues aller Portulacaceen-Inflorescenzen kann nur ein Anschluß an gleichfalls begrenztachsige Centrosperme in Frage kommen.

Diese wären bei den gleichfalls mit ungeteiltem Fruchtknoten versehenen niederen Caryophylleen wohl vorhanden, allein sowohl die geringe Zahl der in jenen Formenkreisen vorhandenen Ovula, wie anatomische Verhältnisse lassen diesen Anschluß als unwahrscheinlich erscheinen.

Demgegenüber müssen die oben angeführten Gründe für die Verwandtschaft von *Sesuvium* und *Portulaca* und damit der Aizoaceen und Portulacaceen als besonders ins Gewicht fallend bezeichnet werden und der Anschluß der Portulacaceen an die Aizoaceen hat besonders viel Wahrscheinlichkeit für sich.

Vorliegende Arbeit wurde ausgeführt auf Anregung und unter Anleitung des Herrn Prof. Dr. Mez, durch dessen Bemühungen ich auch das Material

1) Pax l. c. p. 55.

zu meinen Untersuchungen erhielt. Es sei mir gestattet, für die ständig mir zuteil gewordene liebenswürdige Unterstützung auch an dieser Stelle herzlich zu danken.

Inhalt.